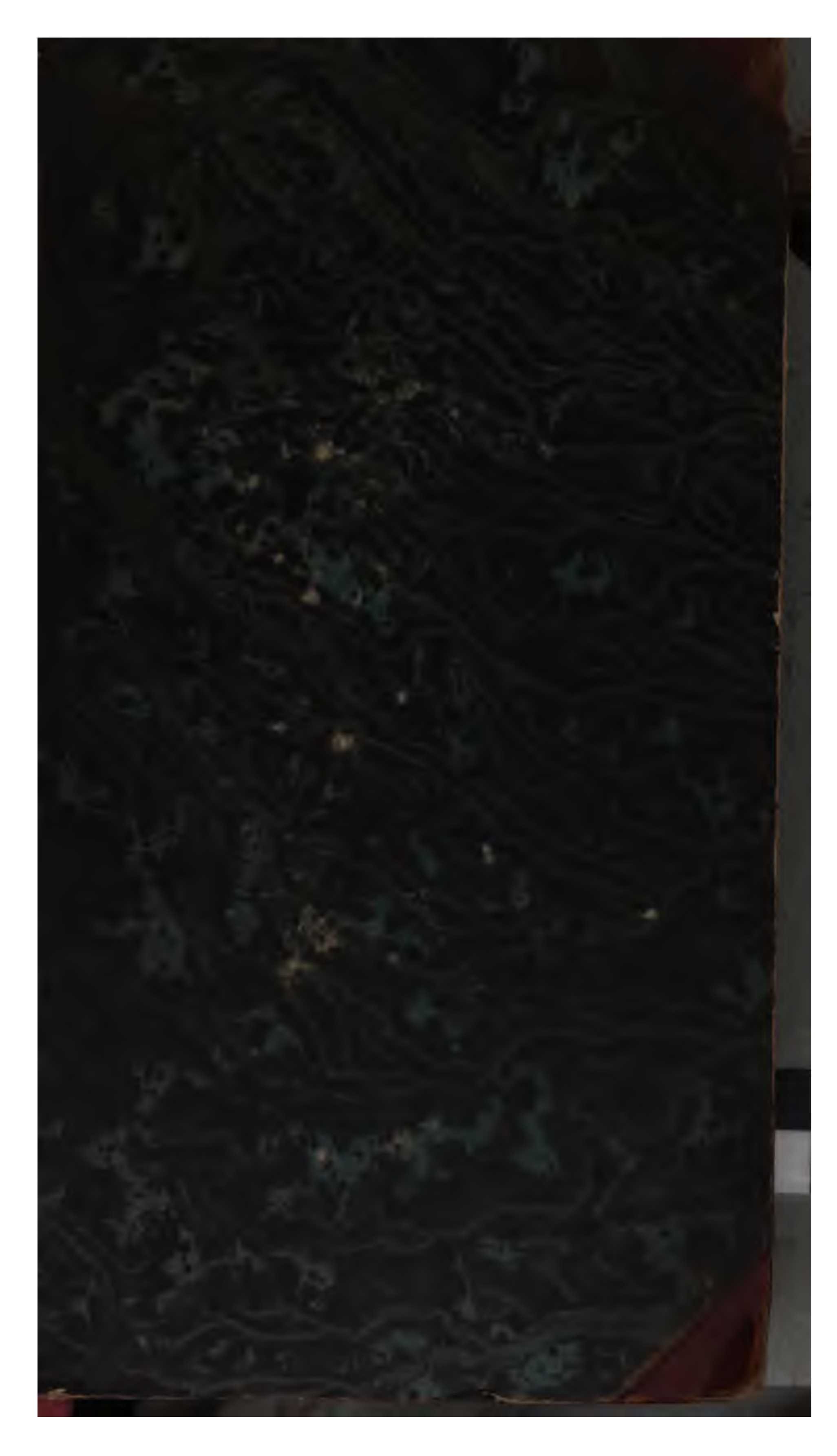










HISTOIRE

DES PROGRÈS

DE LA GÉOLOGIE.

Paris — Imprimerie de L. MARTINET, rue Mignon, 2.

HISTOIRE

DES PROGRÈS

DE LA GÉOLOGIE

DE 1834 A 1856,

PAR

A. D'ARCHIAC,

Membre de l'Institut ;

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE,

SOUS LES AUSPICES

DE M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE.

TOME SEPTIÈME.

Formation jurassique.

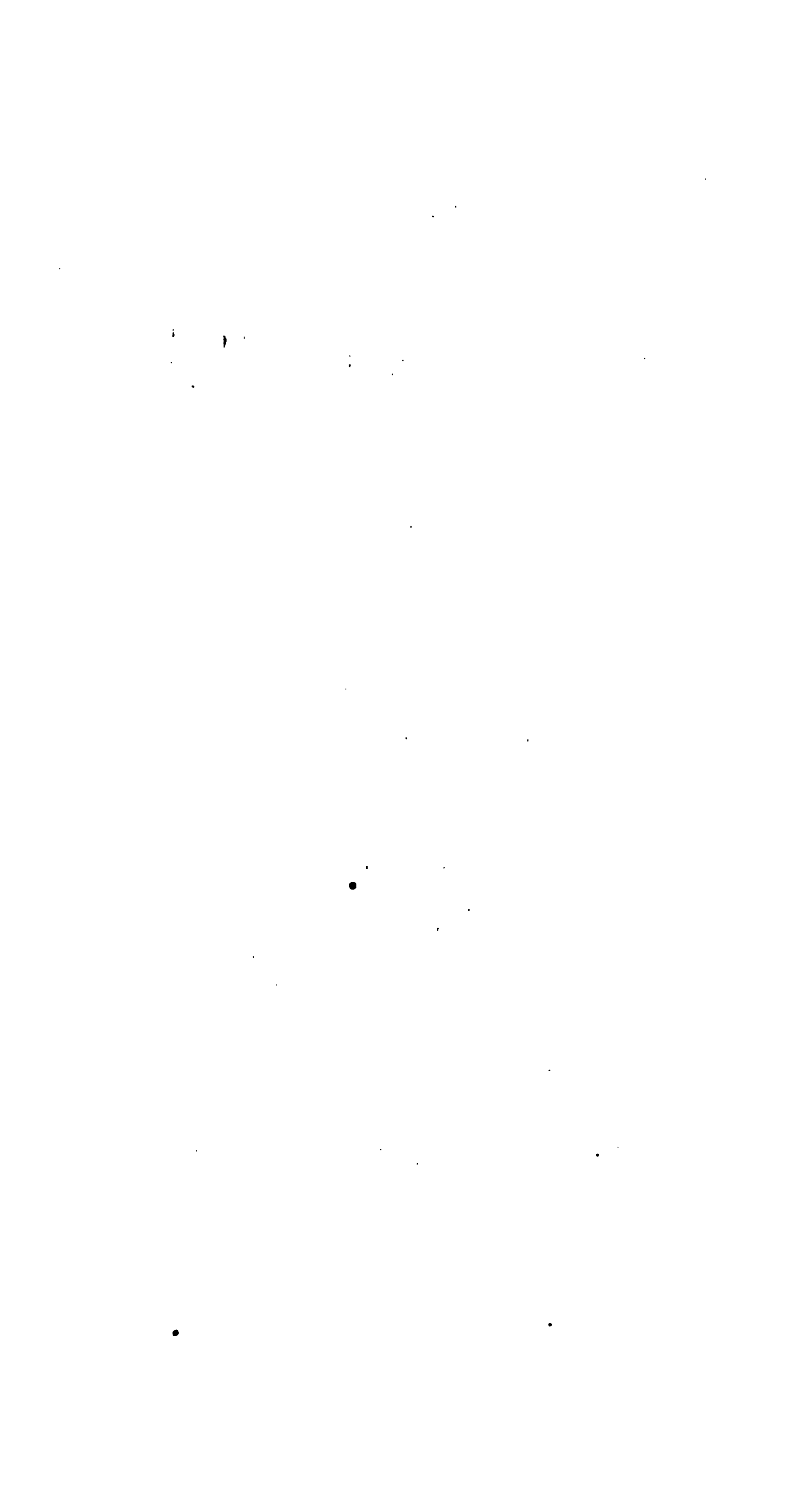
(2e partie.)

PARIS.

AU LIEU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ

RUE DU VIEUX-COLOMBIER, 24.

1857.



HISTOIRE

DES

PROGRÈS DE LA GÉOLOGIE

PENDANT LES ANNÉES 1834 A 1855.

FORMATION JURASSIQUE.

SECONDE PARTIE.

CHAPITRE PREMIER.

FORMATION JURASSIQUE DE LA SUISSE ET DE LA SAVOIE.

La grande vallée comprise entre le lac de Constance et le Léman, suivant une direction N.-E., S.-O., et occupée par des dépôts tertiaires ou plus récents, se rétrécit beaucoup au sud du second de ces lacs. Elle se prolonge ensuite en s'infléchissant au sud jusqu'à Rumilly et Aix, pour venir se terminer en pointe à Chambéry; de telle sorte que les deux chaînes de montagnes secondaires qui la limitent au N.-O. et au S.-E., largement arquées de ce dernier côté, éloignées l'une de l'autre de 70 kilomètres, entre Schaffhausen et le lac de Wallenstadt, se rapprochent insensiblement à mesure qu'elles descendent au S.-O., et finissent pour ainsi dire par se confondre aux environs de Chambéry et de Montmélian. Cette connexité des faits orographiques de la Suisse et de la Savoie, en rapport avec les données géologiques, ne nous permettait pas de décrire dans des chapitres séparés les roches de ces deux pays, qui appartiennent à une même formation.

Lorsque d'un point élevé l'œil peut embrasser à la fois dans sa largeur cette vaste dépression et des parties assez étendues des rides montagneuses qui la bornent, on est frappé des différences que

présentent ces dernières, différences constantes et qu'elles conservent dans toute leur étendue. Au N.-O., depuis les environs de Brugg et d'Aarau jusqu'au petit bassin du lac du Bourget, se développe une série de chaînons plus ou moins parallèles, allongés moyennement du N.-E. au S.-O., d'une hauteur variant entre 500 et 1700 mètres, présentant, vus de loin, des lignes presque horizontales ou faiblement arquées, dont les pentes sont peu rapides, recouvertes çà et là de pâturages et de forêts de sapins, puis interrompues de distance en distance par des fentes perpendiculaires. Ce massif, divisé aussi dans le sens de sa largeur par une multitude de vallées plus ou moins profondes, allongées comme les chaînons avec lesquels elles forment un réseau à mailles fort inégales, se termine du côté de la grande vallée suisse par un escarpement abrupte, tandis qu'au N., au N.-O. et à l'O., il se confond avec les plateaux qui s'abaissent vers la plaine du Rhin et le bassin de la Saône. Cet ensemble de montagnes et de dépressions dont les roches ont conservé leurs teintes originaires généralement claires, et dont les formes accusent des phénomènes dynamiques simples ou d'une faible énergie, c'est la chaîne des *monts Jura*, ainsi comprise dans les territoires de la France, de la Suisse et de la Savoie, et qui se continue géologiquement, au N.-E., dans le duché de Bade et le Wurtemberg.

Au S.-E. l'aspect des montagnes offre au voyageur un tout autre caractère. L'horizon est borné par une crête dentelée dont les points culminants, d'une blancheur éclatante, s'élevant au delà de 3000 mètres, se détachent vivement sur le fond du ciel comme sur celui des masses sombres de sapins et de roches de teintes foncées qui les supportent. Au lieu de ces lignes plus ou moins continues ou brisées, mais toujours régulières et uniformes du Jura, ici les accidents les plus brusques, les formes les plus heurtées, d'immenses escarpements abruptes bordant des gorges profondes, des dislocations, des plissements, partout sur la plus vaste échelle, interrompant ou intervertissant les relations premières des couches, présentent à chaque pas au géologue les plus grandes difficultés pour déchiffrer un livre dont les feuillets ont été déplacés et brouillés, et dont il doit avant tout s'efforcer de retrouver la pagination. Tel est le versant nord-ouest de la *chaîne des Alpes* dont nous avons déjà étudié quelques parties dans la Provence et le Dauphiné, que nous allons examiner dans son passage à travers la Savoie et la Suisse, et que nous poursuivrons encore au delà dans la Bavière méridionale et l'Autriche.

Les caractères des dépôts jurassiques considérés dans ces deux

chaînes, de chaque côté de la vallée suisse, diffèrent donc essentiellement, et ces différences sont en rapport, non pas avec l'ancienneté des phénomènes physiques qui les ont dérangés, mais avec l'intensité, la grandeur et probablement le nombre de ces mêmes phénomènes. Sur la carte géologique de la France, MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont ont, comme on l'a vu, distingué et représenté nos quatre groupes dans le Jura, tandis que dans les Alpes ils ont représenté par une seule teinte toute la formation jurassique de leur versant nord-ouest. MM. Studer et Escher de la Linth ont, au contraire, indiqué, dans cette dernière région, les analogues plus ou moins développés des quatre groupes du Jura.

Les conditions géographiques, orographiques et pétrographiques s'accordent pour nous engager à décrire séparément les couches jurassiques de l'une et de l'autre chaîne, et nous commencerons par celle du nord-ouest, pour que ce premier chapitre fasse naturellement suite à celui du volume précédent où nous avons traité du Jura français.

§ 1. — Orographie du Jura.

Par sa position comme par ses caractères normaux et faciles à saisir, le Jura a donné lieu à de nombreuses recherches orographiques que nous exposerons avec quelques détails, leur étude, indépendamment de son intérêt particulier, pouvant être utile à la description d'autres chaînes de montagnes.

Premiers et seconds travaux de J. Thurmann

Le Jura, dit J. Thurmann (1), est un système de montagnes qui s'étend, en formant une vaste courbe, depuis le canton de Zurich jusqu'à Grenoble. Au sud et à l'est se développent à ses pieds les bassins suisse et savoisien ; au nord, il touche la Forêt-Noire, la vallée du Rhin et les Vosges; à l'ouest, la petite chaîne de la Serre, puis la vallée de la Saône et du Rhône, enfin, au sud, le massif cristallin des Chalanches. Les chaînes sortent des Alpes du Dauphiné et de la Savoie avec la plupart des caractères et la direction propres au Jura. Elles meurent à leur extrémité orientale par la chaîne du Lœgerberg, en s'enfonçant sous les terrains tertiaire et plus récents. Mais au nord de cette chaîne le système du Jura se lie à celui de l'Albe par des plateaux que coupe le Rhin, plateaux qui forment ensuite le Randen, terminaison méridionale du Jura allemand.

Ce massif orographique est limité du côté de la Suisse et de la Savoie par une série de chaînons à couches redressées. Du côté du nord

(1) *Esquisse orographique de la chaîne du Jura*, p. 6, 1re partie, avec carte in-4, Porrentruy, 1852.

et de l'ouest, au contraire, sauf quelques exceptions, il est terminé par une ligne de falaises bordant des plateaux et regardant successivement la Forêt-Noire, les Vosges et la vallée de la Saône. Entre ces deux zones des dernières chaînes des plateaux s'étend une succession de chaînons dont le relief est moins prononcé, et d'exhaussements en masse, accidentés par des rides émoussées, le tout offrant dans son ensemble l'aspect d'un plateau. Ce bombement central s'étend vers l'E. jusque dans le canton de Berne, au S. jusqu'à la vallée de l'Alberine, et, vers ses extrémités est et sud, tout le système du Jura, fort atténué, se réduit à un petit nombre de chaînons.

Le Jura est divisé par de nombreuses dislocations qui courent généralement comme sa courbure. Leur profil présente des couches brisées ou ployées de diverses manières, et le plus souvent redressées en sens opposé suivant un axe longitudinal. La plupart sont donc des reliefs ou des dépressions à couches inclinées; mais, dans les massifs demeurés à peu près horizontaux, il en est aussi beaucoup qui ne sont que des cassures simples dont les deux bords ont été portés par ces failles à des niveaux relatifs plus ou moins différents.

D'autres dislocations qui n'ont pas ordinairement relevé les couches latéralement ont, en outre, divisé en travers le massif jurassique. Elles ont sillonné les plateaux plus ou moins profondément en donnant naissance à des vallées, ou bien elles ont brisé des chaînes dans toute leur largeur, en mettant à découvert leur structure intérieure sur les parois escarpées de gorges plus ou moins étroites, désignées dans le pays sous le nom de *cluses*. Les dislocations transversales sont beaucoup moins nombreuses que celles qui ont été produites dans le sens de la longueur.

Ainsi le relief des monts Jura est surtout accusé par les dislocations longitudinales qui ont produit des chaînes synclinales ou monoclinales, séparées par des vallées aussi longitudinales ou *vals*, puis par des dislocations transverses auxquelles sont dues les gorges appelées *cluses*. Les parties peu ou point disloquées constituent des plateaux. Le tout est encore traversé par des failles, les unes à bords relevés, situées à l'intérieur des chaînes ou des vallées, les autres à bords non relevés se trouvant principalement dans les plateaux, sans qu'elles aient occasionné de reliefs à couches inclinées, et très-souvent sans qu'elles correspondent à aucun relief actuel. Les caractères de tous ces effets ont été modifiés depuis leur origine par des dénudations très énergiques, qui ont même fait disparaître des massifs entiers considérables.

La zone des hautes chaînes est principalement formée de chaî-

nons qui se coupent sous des angles aigus et comprennent entre eux de profondes vallées. Son orographie imprime surtout au Jura le caractère propre qui le distingue. Comme la zone suivante a presque disparu dans la dernière moitié du Jura central, il en résulte que le caractère des hautes chaînes, à l'exception des plateaux, règne presque exclusivement dans le Jura oriental, à partir du canton de Berne. La zone d'exhaussement central est aussi formée de chaînons semblables à ceux des hautes chaînes, mais d'une accidentation moins prononcée. Les failles sans relief, ou à relief peu accusé, deviennent alors plus fréquentes. La zone des plateaux, interrompue çà et là par quelques chaînes peu considérables, est surtout découpée par des failles sans relief. Celles-ci commencent dans le canton de Berne et se multiplient vers l'O.

Les altitudes du Jura croissent depuis son extrémité orientale, où elles atteignent à peine 900 mètres (le Randen, le Lœgerberg) jusqu'à son extrémité sud-occidentale, où elles s'élèvent à 1700 mètres au Reculet. Suivant une perpendiculaire abaissée en un point donné de la direction générale, les chaînes décroissent en hauteur du bord intérieur de la Suisse vers l'extérieur, de sorte que la surface tangente que l'on imaginerait passer par l'ensemble des sommités les plus élevées serait une sorte de surface conique gauche, plongeant successivement au N., au N.-O. et à l'O.

Dans le Jura oriental, que comprend la carte de Thurmann, les altitudes augmentent de l'E. à l'O. et du N. au S. La moyenne de ses lisières basses est, du côté suisse, de 350 à 450 mètres, du côté allemand, de 350 à 250, du côté français de 300 à 400. La zone des plateaux des cantons d'Argovie, de Bâle et de Berne, qui s'étend au N., varie de 450 à 550 mètres. La moyenne des cimes des chaînes s'élève de 700 à 1200 mètres. Elles n'atteignent 1000 mètres que dans les cantons de Soleure et de Berne où une dizaine de ommités seulement dépassent cette limite. La plus haute, le Chasseral, atteint 1620 mètres.

« La nature, disait Thurmann dans son *Essai sur les soulèvements jurassiques du Porrentruy* (1), a préparé la stratification de la chaîne de manière que le géologue peut, dans mille localités et dans un chaînon partiel, étudier toute l'épaisseur de la série, pour ainsi dire sur un même point. Le soulèvement y a disposé des coupes

(1) In-4, avec carte et coupes, 1832. — *Mém. Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, vol. I.

naturelles, et le travail de l'observateur y est simple et facile. Une fois l'énigme du soulèvement devinée, il peut dans une demi-journée recueillir des échantillons de toute la série, depuis les marnes irisées jusqu'à l'étage de Portland, et, dans une journée, traverser plusieurs fois toute la hauteur de la série répétée avec une constance parfaite. Ici, continue-t-il, rien de vague, rien d'arbitraire; l'ordre de superposition est partout évident et l'on peut le toucher du doigt. Jamais, ou très rarement, l'observateur ne sera embarrassé sur la position relative des sous-divisions, ou si, dans quelques localités anormales, il éprouvait une difficulté, dix exemples de la série parfaitement régulière viendraient bientôt la lever. »

Ces réflexions pleines de justesse du savant distingué à qui la géologie du Jura est redevable de travaux si importants s'appliquent moins exactement, comme on l'a déjà vu, à la partie méridionale de la chaîne qu'à celle dont il avait fait une étude spéciale. Dans le département de l'Ain, en effet, les horizons ont beaucoup perdu de leur netteté, et le manque d'accord entre les diverses cartes géologiques en est la meilleure preuve.

Nous exposerons et nous discuterons ici les idées de l'auteur sur sa manière de classer les montagnes, à la fois orographiquement et géologiquement, ses vues à cet égard ayant exercé une certaine influence sur les travaux ultérieurs, et ne nous paraissant pas avoir toute l'importance que quelques personnes leur ont attribuée.

Thurmann (1) divise la formation en quatre étages, qui correspondent, à très peu près, à nos quatre groupes, puis il passe à ce qu'il appelle la *théorie orographique du soulèvement* (p. 40). Mais avant d'aller plus loin, nous devons dire qu'il n'y a réellement aucun problème à poser ici, car il n'y a point d'*inconnue;* il n'y a pas, à proprement parler, de question à résoudre; il n'y a pas davantage de *problème général* à diviser en *plusieurs autres*. Cette précision dans l'énoncé des faits pourrait donner aux personnes peu habituées à ce genre de considérations une idée fausse du sujet en question, lequel consiste simplement à bien observer ces faits et à les ranger dans leur ordre naturel.

Les montagnes de cette partie du Jura suisse sont classées dans *quatre ordres*, caractérisés chacun d'une manière particulière, suivant que leur soulèvement a mis au jour un ou plusieurs groupes jurassiques. L'auteur nomme *soulèvement du premier ordre* le

---

(1) *Loc. cit.*

résultat du phénomène dynamique qui, en brisant les couches, les élevant légèrement et les écartant un peu à leur partie supérieure, suivant l'axe de la brisure, avec ou sans faille, n'aurait agi efficacement que sur le coral-rag, sans faire affleurer l'Oxford-clay placé dessous (le Banné près Porrentruy) (1). Le *soulèvement du second ordre* est celui qui a fait affleurer, par l'écartement plus prononcé des bords de la brisure, les groupes oolithiques moyen et inférieur. La rupture a pu être accompagnée ou non d'une faille, de telle sorte que de part et d'autre de son axe les couches se correspondent ou ne se correspondent pas. Les *montagnes du second ordre* sont celles qui ont été produites par cette force (le Chasseral, le Mont-Terrible ou Lomont, la Röthifluh, le Moron, etc.) (2). Le *soulèvement du troisième ordre* a fait affleurer, par suite d'un plus grand écartement des groupes supérieurs, le lias et les marnes irisées (le Passwang, le Mont-Terrible, le Chasseron, etc.). Enfin, le *soulèvement du quatrième ordre* est celui à la suite duquel le muschelkalk apparaît dans l'axe de la brisure (vallée de Mettingen).

Examinons d'abord la valeur de ce classement, valeur qui nous semble avoir été singulièrement exagérée, puisque les différences entre les *quatre ordres de soulèvement* n'impliquent qu'un plus ou moins d'intensité de la force soulevante sur un point que sur un autre, et n'apportent aucune donnée sur l'âge relatif des montagnes. Toutes, en effet, peuvent être contemporaines ou à très peu près ; toutes peuvent avoir été produites à la fois, ou bien à diverses reprises, sans que rien l'indique, si ce n'est le parallélisme général des chaînons partiels. Ce sont donc des accidents bornés dont on peut tenir compte dans une monographie de détail, mais qui, loin de constituer *divers ordres de soulèvements*, sont au contraire le résultat de soulèvements qui peuvent être de même ordre chronologiquement et même physiquement quant à leur origine ou à leur cause première.

---

(1) Thurmann croyait alors que le groupe supérieur ne s'était déposé qu'après ce phénomène.

(2) Nous ne nous servons point des expressions locales de *crêt*, *combe*, *ruz*, *cluse*, *flanquement*, *abrupte*, *épaulement*, etc., qui peuvent être utiles dans la description d'un canton, mais qui seraient déplacées dans un ouvrage de la nature du nôtre. On a décrit, et l'on décrit tous les jours, les chaînes de montagnes et leurs divers accidents avec beaucoup d'exactitude et de précision, sans qu'on ait jugé nécessaire de recourir aux mots usités par les habitants de tel ou tel pays.

Cette manière de voir pourrait même conduire à des déductions erronées sur l'époque du soulèvement d'une chaîne considérée en elle-même. Ainsi, en parlant du Lomont, qui s'étend sur une longueur de 40 lieues, depuis la Franche-Comté à travers le Porrentruy, où il prend le nom de Mont-Terrible, pour se continuer dans les cantons de Soleure et d'Argovie: « Cette chaîne, dit Thurmann (p. 69), » appartient, dans ses diverses parties, tantôt à un ordre de soulève- » ment, tantôt à un autre. Ici, sur une longueur de plusieurs lieues, » elle offre une grande régularité et un *système du second ordre ;* plus » loin, elle passe au *troisième*, se maintient sur une certaine » étendue, repasse au *second*, puis de nouveau au *troisième*, et même » au *quatrième*, et ainsi de suite. » Que peut-on déduire d'un classement d'où l'on tire de semblables conclusions?

Mais il y a plus : c'est que ce serait ainsi que se présenteraient la plupart des chaînes de montagnes, si les causes soulevantes n'avaient pas été plus énergiques que dans le Jura, si des roches ignées ou cristallines n'étaient venues interrompre tout à fait la continuité des roches sédimentaires, si les agents souterrains n'avaient modifié leur état ou leur composition, enfin si des soulèvements postérieurs n'avaient, à diverses reprises, changé ce premier état de choses.

Ces réflexions paraissent être venues plus tard à l'esprit du savant geologue de Porrentruy, car il dit : « Les formes qui constituent ces » ordres, envisagées comme résultat, sont nécessairement une fonc- » ion de la nature du terrain et des agents de commotion consi- » dérés dans leur intensité, leur direction et leur mode d'applica- » tion. Ces ordres sont artificiels dans leur principe. Ils ne repré- » sentent que des faits constatés, et ne sont pas le résultat d'une » cause unique, que l'on pourrait exprimer par une fonction dans » laquelle les termes varient de grandeur sans changer de nature (1). » Mais on peut se demander pourquoi, après cet aveu, Thurmann persiste à donner tant d'importance à ses quatre ordres.

Il établit ici que c'est un soulèvement et un affaissement qui ont occasionné les reliefs de la chaîne ; car, dit-il, si les formes orographiques actuelles résultaient d'affaissements latéraux parallèles à la direction des chaînes, il en résulterait que le niveau moyen des dépôts jurassiques sur lesquels ce mode d'action aurait été exercé, serait à peu près représenté par le niveau moyen des sommités

(1) *Essai sur les soulèvements jurassiques*, 2e cah., p. 45, 1836.

actuelles ; tout le continent jurassique environnant aurait dû aussi subir un affaissement général pour que la chaîne ait pu atteindre le relief relatif que nous lui voyons, et il ne resterait alors en place que quelques lambeaux demeurés par hasard horizontaux sur les sommités du Jura.

Les motifs qui ont déterminé Thurmann à adopter le mode de coloriage de sa carte et de ses coupes nous semblent plutôt d'ingénieux paradoxes que des raisons solides, car le but essentiel de ces représentations graphiques de la nature est beaucoup moins de faire connaître les formes extérieures d'un pays que la composition de son sol. Que celle-ci soit ou non en rapport avec le relief, peu importe, ou plutôt le coloriage doit être subordonné à cette composition, considérée géologiquement et non pétrographiquement ; aussi l'auteur s'est-il trop préoccupé, suivant nous, d'une relation qui, pour être vraie quelquefois, ne l'est pas toujours. Ainsi dans le Porrentruy, l'Oxford-clay, par ses caractères de marne argileuse gris bleuâtre, occasionne des dépressions particulières (*combes*) ; mais ailleurs s'il devient un calcaire blanc, solide, plus ou moins analogue au coral-rag, il produira, comme ce dernier, des arêtes abruptes (*crêts*), et les caractères orographiques assignés aux *soulèvements du second ordre* seront tout à fait différents de ceux qu'ils affectent ici. D'un autre côté, le lias et les marnes irisées sont représentés par la même teinte, et cela parce que, en les distinguant, on n'aurait pas, continue Thurmann, saisi la *combe keupérienne*. Mais une carte ne peut être à la fois orographique et géologique sous peine d'être fausse, tantôt sous un point de vue, tantôt sous l'autre, et c'est précisément le cas de la partie du travail dont nous parlons.

Dans une publication plus récente, le même géologue (1) a compris le côté faible de ses considérations théoriques, car il a substitué la dénomination de *chaîne* à celle de *soulèvement*, et a caractérisé les chaînes de *premier*, *second*, *troisième* et *quatrième ordre*. Néanmoins les objections précédentes subsistent presque intégralement. Il ne fait d'ailleurs, ici, aucune allusion à ses premiers travaux, ne motive point non plus ce changement dans les termes, et laisse au lecteur le soin de coordonner le tout.

Nos remarques sur le coloriage s'appliquent encore à la carte qui accompagne l'*Esquisse orographique de la chaîne du Jura*. Les étages de Portland, de Kimmeridge et du coral-rag sont

---

(1) *Esquisse orographique de la chaîne du Jura*, in-4 avec carte et coupes, 1852.

compris sous une même teinte ; l'Oxford-clay et tout le groupe oolithique inférieur sous une seconde ; le lias avec les marnes irisées sous une troisième.

Lorsqu'on s'avance de l'E. vers l'O., on ne tarde pas à voir disparaître les *chaînes du quatrième ordre*, puis celles du *troisième* diminuer rapidement. Dans le Jura bernois elles cessent d'être nombreuses, tandis que celles du premier et surtout du second tendent à prédominer, et persistent avec quelques modifications. Au sud des parallèles de Neuchâtel et de Salins, le groupe néocomien commence à influer sur l'orographie de la chaîne. Superposé aux divers accidents des couches jurassiques, il apporte toute une série de modifications qui lui sont particulières. Peu prononcées d'abord, elles augmentent d'importance lorsqu'on s'avance vers le S. dans le Jura de la Savoie, et le groupe finit, comme on l'a vu dans le Dauphiné, par se substituer orographiquement aux massifs jurassiques dans les montagnes de la Grande-Chartreuse et de la rive gauche du Drac. Quant aux dépôts tertiaires, on a dit aussi que le groupe nummulitique, si développé dans les Alpes occidentales et du nord-ouest, manquait complétement sur le bord opposé de la vallée suisse. La mollasse, au contraire, déposée le long du pied méridional de toutes les hautes chaînes et dans beaucoup de vallées, y présente de nombreux redressements. Plus développée dans le Jura oriental et central, elle se montre par lambeaux sur presque tous les points du système, pour reprendre plus d'importance en Savoie.

Si l'on marche de l'E. à l'O., on voit les chaînes, d'abord au nombre de deux seulement, se multiplier bientôt, en se bifurquant ou par des développements indépendants, vers la limite occidentale de la carte de cette portion du Jura, sous le méridien de Neuchâtel où l'on en compte une douzaine.

Les chaînons qui traversent le Porrentruy, généralement parallèles, ou se coupant sous des angles fort aigus, ne sont que des portions de soulèvement dont les extrémités se trouvent au delà vers le nord-est ou le sud-ouest. D'autres, au contraire, sont complétement bornés à cette petite étendue. La largeur moyenne des portions affectées par le soulèvement, ou la base des montagnes qu'ils ont produites, est de 2133 mètres, et cette base est d'autant plus large que le soulèvement appartient à un *ordre* plus complexe, ou mieux qu'il a amené au jour un plus grand nombre de groupes. Ainsi la moyenne des observations a donné, pour les soulèvements du *premier ordre*, une largeur de 1200 mètres, pour ceux du *second*

2300, et pour ceux du *troisième* 2900 ; de sorte que la largeur de la base d'une montagne est, comme le dit Thurmann, en raison directe de la profondeur des affleurements, ou, suivant nous, de l'ancienneté des couches mises à découvert par le phénomène. Quant aux élévations, elles ne sont en rapport ni avec les bases ni avec les affleurements des divers groupes.

Les planches I à V de la première publication du savant géologue suisse (1) donnent, indépendamment de toute vue systématique, une idée très satisfaisante et très claire de l'orographie de cette partie du Jura, et elles traduisent fort bien la pensée de l'auteur auquel nous emprunterons encore le passage suivant :

« Parmi tous les accidents que nous avons signalés, dit-il (p. 66), » les cluses (2) offrent au géologue les observations les plus intéressantes. En traversant leurs pittoresques défilés il trouve réunis, » dans un espace très limité, tous les accidents que nous avons décrits, et, dans leur ensemble facile à saisir, il fera l'application de » la théorie que nous avons ébauchée. Il verra se relever, se re» dresser sous mille formes variées et toujours hardies, les strates » coralliens, tantôt élancés en pics décharnés, ou isolés en feuillets » verticaux, tantôt suspendus en massifs surplombants, creusés de » nombreuses cavernes. Il les verra recouvrir entièrement d'un » cintre immense la voûte concentrique des couches oolithiques » inférieures, ou seulement en revêtir les flancs arrondis, en domi» nant de leurs âpres escarpements le thalweg sinueux et incliné de » la *combe oxfordienne* (3) ; il touchera du doigt les voussures avec » tous les détails du ploiement et les effets de la résistance ; il » pourra en compter les couches superposées, et mesurer d'un re» gard leur énorme puissance ; en un mot, il reconnaîtra le » profil du soulèvement dessiné par la nature avec une netteté » parfaite. »

---

(1) *Essai sur les soulèvements jurassiques du Porrentruy*, 1er cahier, in-4, 1832.

(2) On nomme *cluses*, dans le Jura, les gorges ou vallées étroites et profondes qui traversent entièrement d'un versant à l'autre une montagne soulevée. Les *ruz* sont les fentes qui ne traversent qu'un de leurs flancs.

(3) On nomme *combe* la dépression longitudinale en forme de fond de bateau que présente l'Oxford-clay au pied des escarpements ou *crêts* du coral-rag.

Thurmann (1), qui pensait que le soulèvement des chaînes jurassiques avait eu lieu à plusieurs reprises, entre le commencement des dépôts de Portland et celui du groupe néocomien, considérait aussi (2) leur ensemble plutôt comme offrant les caractères d'un plexus de refoulement que comme celui d'un réseau de directions linéaires de soulèvement, produit par l'application immédiate et distincte d'agents soulevants. Le Blanc (3) croyait que, dans beaucoup de cas, les actions atmosphériques avaient concouru à la destruction d'un grand nombre d'arêtes saillantes, et que les couches actuelles ne se rejoindraient plus si on les supposait rabattues dans le plan horizontal. Pour M. Studer (4), le soulèvement du Jura serait dû à un refoulement dont la cause se trouverait en dehors de la chaîne, tel que l'élargissement de la fente suivant laquelle les Alpes ont surgi. Le peu d'altération des roches, la hauteur croissante des chaînes jurassiques en regard des Alpes, et la surface considérable qu'occuperaient les couches soulevées du Jura en les supposant ramenées dans le plan horizontal, lui font regarder le phénomène comme une dépendance de celui des Alpes.

Observations de M. Rozet.

D'après M. Rozet (5), les soulèvements du Jura se sont effectués suivant des courbes fermées et non suivant des lignes parallèles. Ce sont des cirques elliptiques très allongés, dont le grand axe est généralement dirigé S.-O., N.-E. Prise dans son ensemble, dit ailleurs le même géologue (6), la chaîne du Jura représente assez bien un immense plan incliné qui aurait été soulevé en tournant autour d'une charnière située dans la plaine de la Saône, à l'extrémité de son versant occidental. Cette charnière est à 200 ou 230 mètres d'altitude, et l'arête élevée qui borde le bassin du lac de Genève, en regardant les Alpes, atteint 1700 mètres, ou 1470 mètres au-dessus de la charnière. Entre ces deux lignes extrêmes, il y a plusieurs crêtes dont la hauteur augmente graduellement de l'O. à l'E., à mesure qu'elles sont plus voisines de l'arête culminante orientale.

Lorsqu'on part de Poligny et que l'on se dirige à l'E.-S.-E., per-

---

(1) *Bull.*, 1re sér., vol. VI, p. 15, 1834.
(2) *Ibid.*, vol. IX, p. 402, 1838.
(3) *Ibid.*, p. 422.
(4) *Ibid.*, p. 424.
(5) *Ibid.*, vol. VI, p. 9, 1834.
(6) *Ibid.*, p. 196, pl. 6, fig. 1-6, 1835.

pendiculairement à la direction de la chaîne, on rencontre neuf de ces gradins successifs. Le premier atteint 520 à 580 mètres d'altitude ; le second, 620 ; le troisième, 682 ; le quatrième, 888 ; le cinquième, où se trouve le mont Jura qui a donné son nom à toute la chaîne, 1200 ; le sixième, 1188 ; le septième, 1140 ; le huitième, 1295 et 1464; enfin, à l'est des Rousses, le neuvième gradin ou l'arête orientale du plan incliné a été porté à 1600 ou 1700 mètres. Si, d'une autre part, on tient compte du niveau du fond des vallées qui séparent ces crêtes, on voit qu'il s'élève aussi, dans la même direction O.-E., de 340 à 860 mètres.

Entre les parallèles d'Arbois et du fort l'Écluse la direction générale des crêtes est S.-O., N.-E., et les couches plongent généralement de 20 à 80 degrés au S.-E. Les crêtes ne sont pas des lignes droites, mais de longues courbes convergentes qui, par leur réunion, constituent des cirques elliptiques, plus ou moins allongés dans le sens de la chaîne. La paroi orientale est abrupte et formée par les têtes des couches ; celle de l'ouest, au contraire, en pente douce, résulte de l'inclinaison des strates superposés ou imbriqués, plongeant vers l'intérieur du cirque. Aux extrémités du grand axe, les couches plongent le plus ordinairement en dehors, et le cirque qui vient ensuite est formé de couches qui inclinent vers son intérieur. Quelquefois les strates relevés des deux côtés offrent une ligne synclinale ou un berceau.

M. Rozet décrit ensuite les caractères hydrographiques de ces cirques, dont les parois sont interrompues par des vallées transversales ou coupures profondes (*cluses*) qui mettent les cirques en communication les uns avec les autres, de manière que les eaux des plus élevés passent dans les plus bas. Ces gorges sont d'autant plus profondes qu'elles sont plus à l'E., et la coupure est d'autant plus escarpée que l'inclinaison des couches est plus grande. Les parois du cirque sont formées des diverses assises du coral-rag, ainsi que la partie supérieure des collines, tandis que les marnes de l'Oxford-clay se montrent vers le pied de ces dernières ou s'élèvent plus ou moins sur leurs pentes.

Les dimensions de ces cirques sont très variables ; quelques-uns ont jusqu'à 10 lieues de long sur 2 ou 3 de large, et d'autres 7000 mètres sur 2000. Outre ces cirques longitudinaux ou parallèles à la direction générale de la chaîne, il y en a de moindre dimension, dirigés S.-E., N.-O., que l'auteur nomme *cirques trans-*

versaux et qui seraient de véritables cratères de soulèvement. Il cite, entre autres, le cirque du lac du Fioget, celui qui est entre Morez et les Rousses, et où la Bienne prend sa source, et celui de Nans, près de Salins. Cinq grandes vallées qui viennent s'ouvrir à l'intérieur de ce dernier rayonnent de son centre et se rétrécissent à mesure qu'elles s'en éloignent. Il décrit ensuite les cirques longitudinaux du Grand-Vaux, de Combe de Morbier, de Morez, des Rousses, etc.

L'escarpement du Jura qui regarde les Alpes, continue M. Rozet, offre une courbure sensible du S.-S.-O. à l'E.-N.-E. dont la concavité est tournée au S.-S.-E. et dont le lac de Neuchâtel occupe à peu près le milieu. Les cirques longitudinaux qui découpent la chaîne sont courbés dans le même sens, et cela d'autant plus qu'ils s'approchent davantage du versant oriental. La surface générale est donc une zone conique dont la base est dans la plaine de la Saône et le sommet sur la crête de l'escarpement qui regarde les Alpes. La génératrice menée par le milieu de ces deux courbes passe à 274 mètres au-dessus du Mont-Rose, et celle qui passerait par les extrémités des bases rencontrerait la précédente en un point situé en Italie, bien au delà de cette montagne, relation qui, suivant l'auteur, prouverait que le soulèvement du Jura n'est qu'une conséquence de celui des Alpes.

Après avoir indiqué comment la disposition actuelle des couches résulte du soulèvement tel qu'il le conçoit, M. Rozet conclut que celui du Jura serait, comme celui des Alpes, postérieur à la formation crétacée, puisqu'on trouve des lambeaux de cette dernière sur diverses parties de ces deux chaînes. Mais on a vu (*antè*, vol. VI, p. 715) que cette circonstance n'était pas inconciliable avec l'époque plus ancienne à laquelle M. Élie de Beaumont rapporte la formation de la chaîne du Jura, placée ici par M. Rozet dans l'époque tertiaire.

Ce dernier géologue ne s'est peut-être pas assez préoccupé de rechercher la direction des failles produites lors des soulèvements, ni d'examiner la cause de cette disposition en cirque elliptique dont il parle. On pourrait concevoir des failles dirigées N.-E., S.-O., préexistantes au soulèvement général, et qui auraient occasionné le relief par gradins. Pour l'explication des cirques, nous renverrons le lecteur aux travaux théoriques de M. W. Hopkins et aux applications que ce savant en a faites lui-même (*antè*, vol. IV, p. 117).

Enfin dans une dernière note sur le même sujet, M. Rozet (1) signale des phénomènes analogues dans la partie méridionale de la chaîne, et décrit les cirques allongés du val Romey, de Belley, etc. Ayant constaté par des mesures géodésiques que la courbure générale de la chaîne vers les Alpes, de même que la fracture longitudinale de l'intérieur, sont sensiblement parallèles aux diverses parties de la crête du versant oriental, il en déduit qu'elles n'ont point été déterminées suivant des arcs de grands cercles de la sphère terrestre.

Recherches de M. Gressly.

De son côté M. Gressly (2) n'admet pas une connexion aussi intime entre la disposition générale un peu arquée des chaînes du Jura et des Alpes, et par conséquent l'influence du soulèvement de ces dernières pour élever et concentrer vers elles les arcs de chaînons des premières. Dans le canton de Soleure, le Jura offre une disposition semblable à celle du Porrentruy ; aussi l'auteur lui applique-t-il toutes les considérations de Thurmann sur cette dernière région.

Après avoir examiné les modifications opérées par l'agent soulevant, et celles qui résultent des caractères pétrographiques et géognostiques des couches, M. Gressly passe à la structure des chaînes et aux rapports des divers *ordres de soulèvement*, soit entre eux, soit avec l'ensemble d'une chaîne donnée. Il considère d'abord le cas où la force soulevante agissant verticalement sur un ou plusieurs points, il en résulte un soulèvement circulaire, ou bien un ellipsoïde plus ou moins allongé. Les exemples sont peu nombreux (voûte de Sainte-Vérène, près de Soleure et Ferrette, Haut-Rhin). Les soulèvements verticaux combinés avec d'autres types sont plus fréquents. Tels sont : les cratères de Born, de Saint-Boes, etc., le Mont-Terrible, près de Cornol, Sous-les-Roches, près de Porrentruy, etc. Quand l'action soulevante a agi dans une direction longitudinale et progressivement, le plus grand développement de la force se manifeste vers l'une ou l'autre extrémité de la ligne, et l'on peut reconnaître à leur structure l'origine, le développement principal et la fin du soulèvement.

La plupart des soulèvements du Jura suisse se seraient ainsi développés de l'E. à l'O. Le point maximum, correspondant tantôt à une voûte, tantôt à un cratère, est situé près de l'extrémité occi-

---

(1) *Bull.*, 1re sér., vol. VII, p. 136, 1836.
(2) *Nouveaux mém. de la Soc. helvétique des sc. nat.*, vol. IV, p. 178, 1840.

dentale, tandis qu'un prolongement atténué indique son origine à l'est (soulèvements de Bærschwyll et de la Röthifluh dans le canton de Soleure, de Wannenfluh et d'Eptingen à Aberdorf, dans celui de Bâle, etc.). Beaucoup de chaînes jurassiques naissent de la combinaison des deux modes de soulèvement.

Les cratères de soulèvement sont en général des ellipses ou des ogives allongées dont la partie évasée est tournée à l'O. et les parties effilées vers l'E. Les arcs semi-lunaires ou en fer à cheval sont aussi vers l'O. Les branches tournées à l'E. embrassent des dépressions oxfordiennes ou liasiques suivant les divers *ordres de soulèvement*, tandis qu'elles se rejoignent à l'O. en déterminant ces accidents hardis et majestueux qui frappent le voyageur.

Après quelques remarques sur les rapports qui existent entre les chaînes et les cratères, M. Gressly déduit des données précédentes qu'une chaîne se compose d'un ou de plusieurs soulèvements appartenant à *plusieurs ordres orographiques;* que divers soulèvements se combinent directement par une faille longitudinale et se rangent à la suite les uns des autres, soit en se confondant, soit en restant distincts; que les soulèvements qui constituent une chaîne sont le produit d'une force soulevante agissant suivant une faille ou un axe dirigé E.-O.; que ces divers soulèvements ne sont pas contemporains, mais ont été successifs pendant un temps indéterminé; que les cratères marquent des moments d'arrêt, à la suite desquels tout le système s'est développé avec une nouvelle intensité (un second obstacle ayant ralenti la marche du soulèvement, il est survenu une nouvelle explosion cratériforme avec une rupture longitudinale); enfin que les parties orientales de chaque chaîne sont plus anciennes que les parties occidentales.

On reconnaît encore, poursuit le même géologue (p. 195), une liaison intime entre plusieurs chaînes, et toutes se combineraient en un système de soulèvement unique, modifié plus tard par un développement périodique. Ce que Thurmann avait appelé des *nœuds confluents* ne résulterait nullement de l'intersection de divers angles de soulèvement faisant partie de plusieurs systèmes, mais ce seraient des divisions réelles d'une seule chaîne produites par des cratères ou des voûtes.

Pour M. Gressly, les diverses chaînes naissent les unes des autres par des cratères de soulèvement ou des voûtes sous des angles aigus en général; ces chaînes ressemblent à des rayons dichotomes convergeant vers un point central. Plusieurs rameaux se réunissent

d'abord à un tronc, et les troncs principaux viennent à leur tour se fondre dans une souche unique. D'après cela le parallélisme des chaînes, tel qu'on l'a supposé, n'existerait pas. Les cratères de soulèvement rangés plus ou moins concentriquement et la disposition rayonnée des chaînes qui partent de ces cratères indiquent une marche progressive du système de l'E. à l'O., suivant la direction générale du Jura. Il y a ainsi une différence d'âge très marquée entre les parties orientales et occidentales du système des soulèvements jurassiques en général et des chaînes en particulier, et cette différence dénoterait un développement successif, soit continu, soit par saccades.

A l'appui de cette manière de voir, M. Gressly a dressé une carte (1) où l'origine du tronc principal se trouve placée dans le canton d'Argovie, aux environs de Regensberg. Sous le nom de Lagern il traverse l'Argovie, jusqu'aux environs d'Aarau. De ce tronc se détachent successivement des chaînes secondaires, qui se développent dans le reste du Jura suisse et français entre le Rhin et le Rhône. Ces diverses chaînes se classent en plusieurs *ordres*, suivant leur position par rapport au tronc principal. Il n'y en a qu'une primitive, celle de Weisenberg, sur la frontière du haut Jura bâlois et du canton de Soleure. Il y a cinq chaînes secondaires, toutes dans le canton de Soleure : le Weissenstein, le Hauenstein, le Passwang, le Mont-Terrible et le Blauenberg. Huit ou onze chaînes ternaires se développent dans le canton de Berne; les chaînes quaternaires s'étendent dans le canton de Neuchâtel et en France. Ces diverses catégories de chaînes indiquent en outre, d'une manière assez précise, leur âge relatif.

Quant au déversement méridional des chaînes bordant le bassin suisse, M. Gressly démontre qu'il n'est point dû à l'influence des Alpes, car le déversement vers l'un ou l'autre côté dépend uniquement de leur position vis-à-vis de la ligne médiane de tout le système jurassique, laquelle est indiquée par les deux chaînes du Passwang et du Hauenstein (Soleure).

Nous ne trouvons pas que cette manière d'envisager le relief du Jura, si contraire à toutes les idées reçues, ait été confirmée ni critiquée; aussi, en l'absence d'observations personnelles dans la partie de la chaîne où elle est pour ainsi dire née, nous abstiendrons-nous

(1) *Loc. cit.*, pl. 12.

de la juger, et nous bornerons-nous à appeler l'attention sur des conclusions qui, déduites, à ce qu'il semble, de recherches assez limitées, méritent d'être sérieusement contrôlées. Comme nous rencontrerons encore plus loin des vues du même géologue qui dénotent des préoccupations locales assez exclusives, nous pouvons présumer que les idées théoriques précédentes ne reposent pas non plus sur une base bien large ni bien solide.

Derniers travaux de Thurmann.

Plus récemment Thurmann (1) s'est efforcé de réduire à une diagnose très-brève, à une simple phrase caractéristique comparable à celles dont on se sert en botanique et en zoologie, la description sommaire de chacun des principaux chaînons du Jura, considérés comme des unités. La diagnose du mont Salève, que nous prendrons comme exemple à cause de la position isolée et nettement définie de cette montagne, est la suivante :

« *Chaîne du Salève*, comptée de Chavannod, d'où elle surgit de » dessous les terrains récents, jusqu'à la rencontre de l'Arve, après » avoir été coupée par trois cluses ; direction sinueuse, à peu près » N.-N.-E, S.-S.-O.; culminance, 1368 mètres; premier ordre en » faille latérale, boréo-occidentale très discordante; revêtements néo- » comiens, méridionaux jusqu'aux sommités et mollassiques en re- » trait; regard, refoulement, ablations boréo-occidentales; attaches » inconnues. »

Après avoir cité d'autres exemples pris dans la chaîne du Montaubert, du Grand-Colombier, du Reculet, du Graitery, du Bélien et de Mémont, du Couloux, du Legerberg et de Waldenburg, l'auteur déduit de ses recherches qu'il y a, dans le Jura, 160 chaînes limitées d'une manière conventionnelle, et que l'on peut décrire avec une phrase caractéristique. Sur ce nombre il y en a 30 du *premier ordre*, telles que le Salève, la Dôle, le Rizoux, le Montaubert, etc., c'est-à-dire offrant ce que Thurmann aurait appelé, dans ses premiers travaux, un *soulèvement de premier ordre*, où la dislocation du coral-rag se montre seule; puis 80 du *second ordre*, la plupart oolithiques ou laissant affleurer les calcaires du troisième groupe : tels sont le Grand-Colombier, le Reculet, le Mâclus, le Mémont, le Suchet, le Chasseron, etc.; 40 du *troisième ordre*,

(1) *Résumé des lois orographiques générales du système des monts Jura* (*Bull.*, 2e sér., vol. XI, p. 41, nov. 1853). — Voyez aussi l'*Orographie du Jura*, *Introduction à un cours de géologie jurassienne*, par E. Desor, in-8, Neuchâtel, 1856.

avec affleurement du lias et des marnes irisées, tels que le crêt de Chalarue, les montagnes de Beauregard, le Mont-d'Arguil, etc.; enfin 12 seulement du *quatrième ordre*, tels que le Farnerberg, le Meltingerberg, le Rehhag, le Passwang, etc.

Il y a dans le Jura une centaine de vallées longitudinales (*vals*), près de 90 vallées transversales complètes (*cluses*), dont la moitié au moins sont de *divers ordres*, suivant les groupes qui y affleurent, et l'autre moitié sont plus ou moins irrégulières.

Nous résumerons, comme il suit, les 22 lois orographiques du Jura énumérées par Thurmann, en substituant, toutefois, à certaines expressions locales peu connues et introduites sans nécessité, celles qui sont d'un usage général.

On a déjà vu que le massif des monts Jura était divisé par une série de brisures longitudinales dont les bords sont plus ou moins relevés ou déprimés, et qui interrompent souvent des portions modifiées par un même ploiement. Les parties brisées, comme celles qui ne le sont pas, donnent lieu à des chaînes et à des vallées longitudinales et synclinales (*vals*), chacune d'elles pouvant, sur divers points de son trajet, produire l'une ou l'autre de ces deux formes de dislocation. Un autre ensemble de ruptures moins fréquentes coupe transversalement les précédentes, sans relèvement latéral et sans concordance orographique nécessaire entre leurs bords. Les dislocations longitudinales courent généralement comme le système lui-même.

Les failles qui divisent le massif sont la cause essentielle des formes qu'ont prises les dislocations, commençant à l'une des extrémités du système ou à un point quelconque de son étendue, pour cesser à une distance plus ou moins considérable.

Il y a des chaînes qui dérivent les unes des autres par bifurcation ou décomposition, absolument comme des composantes qui subdivisent une résultante; d'autres naissent latéralement comme un pli formé à côté d'un autre, avec lequel il se confond sur ses bords. Il y en a qui se juxtaposent presqu'au contact; il en est enfin qui se montrent tout à fait indépendantes.

La réunion des chaînes constitue un plexus à mailles sub-elliptiques très allongées, se terminant, sous des angles généralement fort aigus, à des points d'assemblage dont les uns sont des décompositions réelles d'une même dislocation, tandis que les autres ne sont que l'origine de plis ou bien la réunion plus ou moins complète de dislocations indépendantes. L'ensemble des lignes de ce plexus

ne peut néanmoins être divisé comme le serait un tronc unique qui se ramifierait par dichotomie (1).

Beaucoup de chaînes sont courbes ou sinueuses sans que rien indique un changement dans ce que l'on pourrait appeler leur individualité de dislocation : tout y accuse, au contraire, la simultanéité du phénomène dans leurs diverses parties.

Dans ces dislocations, la grandeur des reliefs décroît généralement des hautes chaînes vers les plateaux et les falaises qui les bordent, et l'on peut distinguer, comme on l'a vu ci-dessus, trois zones dans l'ensemble du système : 1° celle des *hautes chaînes*, présentant le résultat exact et complet de la dislocation qui s'est produite suivant des lignes; 2° celle de l'*exhaussement central*, qui accuse une sur-élévation en masse avec des dislocations linéaires moins prononcées et des phénomènes extérieurs de dénudation ; 3° celle des *plateaux*, caractérisée par l'affaiblissement des agents qui ont relevé ou déprimé les bords des brisures.

La plupart des dislocations accompagnées de failles montrent celles-ci placées sur le côté français ou occidental de leur axe idéal moyen. En outre, le bord occidental de ces brisures a presque toujours résisté contre le bord opposé, et l'escarpement le plus élevé, formé par les têtes de couches, est également tourné vers la France. Ainsi, sur 120 chaînes environ dont on connaît cet escarpement que Thurmann appelle le *regard de la chaîne*, plus de 90 font face à l'O., et une vingtaine seulement à l'E.

La convexité de la plupart des chaînes courbes est orientée de la même manière. Sur 80 chaînes qui affectent ce caractère, 60 environ sont tournées vers la France. Les dénudations les plus prononcées, que l'auteur nomme *ablations*, sont encore dirigées du même côté, et leur importance augmente des hautes chaînes vers les falaises, de sorte que leur répartition indique une cause agissant de l'E. à l'O.

L'importance des failles s'accroît inversement par rapport au relief, c'est-à-dire qu'elles sont d'autant plus considérables qu'on s'éloigne davantage des hautes chaînes pour se rapprocher des falaises qui bordent les plateaux. Rarement de 100 mètres dans la première région, elles en atteignent 200, 300, et même bien davantage dans la seconde, surtout dans le Jura central. Tous les faits

(1) On remarquera que cette manière de voir est complétement opposée à l'idée qu'a développée M. Gressly.

orographiques généraux procèdent et se coordonnent des hautes chaînes aux falaises, et, sauf les brisures, causes essentielles et premières des résultats, aucun fait général ne se manifeste dans le sens longitudinal.

Considéré par rapport à l'orographie des pays environnants, on peut remarquer que le Jura est placé entre deux grandes dépressions qu'occupent ses couches masquées par des dépôts plus récents. Le long de son bord, du côté de la Suisse et de la Savoie, plusieurs hautes chaînes disparaissent successivement et semblent devoir se continuer sous la plaine suisse, où elles seraient encore indiquées par quelques dérangements.

Le système des dislocations du Jura se lie aux Alpes de la Savoie et de la France par le prolongement des mêmes lignes de dislocations tournées du même côté, ainsi qu'aux plaines jurassiques du bassin oriental de la Saône coupé par des failles, et dont les lignes de dislocation affectent encore la même direction et la même convexité. Au delà des deux dépressions suisse et française les couches jurassiques offrent aussi des lignes de dislocation dirigées dans le même sens, avec une convexité tournée du même côté. Enfin les principales cassures du Jura paraissent être le prolongement de celles des Alpes.

L'ensemble des lois exposées, dit Thurmann en terminant, me conduit à éliminer toute action soulevante appliquée verticalement, soit selon des lignes, soit en marchant le long de celles-ci dans un sens déterminé, tandis que les faits que j'ai exposés s'interprètent de tous points par l'hypothèse d'une action latérale procédant du côté suisse vers le côté français, sur des massifs déjà accidentés par des failles et avec le concours de grands agents de destruction.

Remarques de M. H.D.Rogers.

A son retour d'un voyage qu'il fit en 1848 dans les Alpes, le Jura, et sur les bords du Rhin, M. H. D. Rogers nous avait exposé une manière tout à fait analogue de considérer et d'expliquer la formation des chaînes multiples du Jura, en leur appliquant la théorie que lui avait suggérée l'examen détaillé des chaînes également complexes des Alleghany ou Apalaches. Ces considérations, communiquées ensuite à la Société géologique de Londres, n'ont pas été reproduites dans les publications de cette société; mais nous en trouvons dans le journal *l'Athæneum* (1) un résumé que nous transcrirons.

Presque toutes les flexions des chaînes du Jura qui ont déterminé

(1) 2 décembre 1848, p. 1210.

les rides anticlinales s'accordent avec la théorie, dit le savant géologue américain, la courbure d'un des côtés étant plus prononcée que celle du côté opposé, sans pour cela qu'elle soit renversée. Quelques-uns de ces plis sont brisés ou rompus sous un angle aigu, près du point de la plus forte courbure, et dénotent ainsi l'origine d'une série de failles longitudinales. Tandis que les chaînes sont plus élevées près de la grande plaine suisse, toutes les flexions particulières sont plus brusques de ce côté ou vers les Alpes. L'inclinaison moyenne des couches ou du plan nord-ouest de chaque pli est à peine de 40°, tandis que celle du plan sud-est dépasse 70°. Une faille considérable semble devoir exister à la base du grand escarpement méridional qui borde la plaine suisse, et elle aurait arrêté le développement et l'abaissement des rides dans cette direction. Cette disposition se trouverait ainsi conforme à la théorie de l'auteur basée sur ce que, dans une série de rides anticlinales, plus ou moins parallèles et successives, l'inclinaison la plus forte est toujours tournée du côté d'où l'on suppose que venait la cause dynamique des plissements dont les effets ont dû se propager à la manière des vagues.

Les caractères physiques de la chaîne étant connus, nous passerons à la description de ses caractères géologiques, en marchant du N.-E. au S.-S.-O., depuis les bords du Rhin, dans le canton de Schaffhausen, jusqu'aux environs de Chambéry, et nous étudierons successivement le développement des quatre groupes jurassiques comme nous l'avons fait en Angleterre et en France.

§ 2. — Groupe oolithique supérieur.

Observations générales.

Dans le premier cahier de son *Essai sur les soulèvements jurassiques du Porrentruy* (1), Thurmann a divisé toute la série en *quatre étages*, qui correspondent à nos *quatre groupes;* mais les sous-divisions de ces étages en *groupes portlandien*, *corallien*, *oxfordien* et *oolithique* ne correspondent plus à aucune des coupes naturelles que nous avons admises. Remarquons, d'ailleurs, que de ces quatre dernières dénominations, l'une est synonyme d'*étage jurassique supérieur*, l'autre d'*étage jurassique inférieur*, et qu'elles font, par conséquent, double emploi. L'*étage jurassique moyen* de l'auteur est seul divisé en deux. Le lias, qui n'est qu'indi-

(1) In-4, Porrentruy, 1832. — *Mém. Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, vol. I.

qué dans le tableau, serait la quatrième division correspondant à la nôtre.

M. Gressly (1), tout en admettant aussi quatre divisions principales, les compose très différemment. Il met dans son *quatrième groupe jurassique ou groupe oolithique supérieur*, le coral-rag (terrain corallien de l'auteur) avec les étages de Kimmeridge et de Portland (terrain portlandien de l'auteur). Sur la *carte géologique de la Suisse* (2), MM. Studer et Escher de la Linth ont compris les dépôts de la période jurassique sous les six dénominations suivantes : 1° *Jura supérieur ou portlandien* J⁴ ; 2° *Jura moyen* (corallien et oxfordien) J³ ; 3° *Jura inférieur* (callovien, bathonien et bajocien) J² ; 4° *lias* J¹ ; 5° *dolomies jurassiques et liasiques ;* 6° *terrain jurassique et calcaires indéterminés des Alpes centrales.* Sur la réduction de cette carte (3), ces six divisions se réduisent à quatre (*Oberer Jura* J³, *Unterer Jura* J², *Lias* J¹, *Jura Marmor und Dolomit der central-Alpen* J), et il est probable que sous la dénomination de Jura supérieur (*Oberer Jura*) les auteurs comprennent nos deux premiers groupes, moins le Kelloway-rock, qu'ils auront continué à réunir au troisième (*Unterer Jura*). Nous n'avons pas à nous préoccuper de l'Esquisse géologique des Alpes et des chaînes voisines que M. Studer a jointe au premier volume de sa *Géologie de la Suisse*, les formations jurassique et crétacée s'y trouvant représentées par une seule teinte.

Thurmann qui, en 1832, avait bien jugé les relations du sous-étage des calcaires à Astartes, en le réunissant au coral-rag dans son *groupe corallien*, plus tard, préoccupé par ses études de détail, a perdu de vue les rapports généraux de cette division qu'il a placée alors à la base de son *groupe portlandien* (4). M. Studer (5) réunit

---

(1) *Nouv. mém. de la Soc. helvét. des sc. nat.*, vol. II, p. 103, 1838. — *Ibid.*, vol. IV, p. 113, 1840. — Voy. aussi Strohmeyer, *Description du Jura* (*Verhandl. der Schweiz, naturf. Ges. zu Altdorf*, 1842, p. 237).

(2) En 4 feuilles, 1853.

(3) *Geologische Uebersichtskarte der Schweiz*, 1855, 1 feuille.

(4) *Neuvième lettre sur le Jura* (*Bern. Mittheil.*, sept. 1852, n°ˢ 250-251, p. 209).

(5) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 263, 1853. — Nous avons les plus grandes obligations à M. E. Renevier pour l'analyse fort exacte qu'il a bien voulu faire, à notre intention, de tous les passages qui pouvaient nous intéresser dans l'excellent ouvrage de M. Studer. Sa connaissance du pays lui a permis, en outre, d'y joindre des

également, sous la dénomination de *Jura supérieur* (*Oberer Jura* ou *Portlandkalk*), le sous-étage à Astartes avec ceux des Ptérocères et des Gryphées virgules. Nous ne voyons aucun motif pour modifier en Suisse un arrangement que nous avons jusqu'à présent trouvé parfaitement d'accord avec la nature des choses, et les petites variations locales que nous pourrons rencontrer çà et là dans cette partie du Jura ne peuvent changer la généralité des relations que nous avons constatées partout ailleurs.

M. Gressly (1) a fait remarquer à la vérité qu'à mesure qu'on s'élève des dépôts inférieurs vers les supérieurs, les caractères sont plus variés, et que lorsqu'on s'avance du littoral de l'ancien océan jurassique vers la haute mer, les caractères qui les différencient sont de moins en moins prononcés. « Les subdivisions des » terrains, dit l'auteur, commencent déjà à se confondre dans les » charriages et dans les faciès sub-pélagiques, et il est probable que » dans les régions plus éloignées encore du rivage, tous les groupes » jurassiques confluent dans un dernier faciès que j'appellerai *océa-* » *nique.* » Là toutes les divisions jurassiques se trouveraient confondues, et il en serait de même pour les dépôts triasiques et crétacés.

Cette manière de voir, qui serait la négation de toutes les divisions que les géologues ont cru pouvoir établir dans la série géologique, n'a encore été confirmée par aucune étude sérieuse. En outre M. Gressly, dans sa coupe idéale, a fait concorder les sédiments jurassiques et triasiques de part et d'autre des Vosges et de la Forêt-Noire ou de leur prolongement supposé, en oubliant le soulèvement qui a précisément séparé ces deux formations. Nous ne comprenons pas non plus sur sa carte la continuité de la ligne littorale *oxfordienne et suprajurassique*, passant de Mâcon à Autun, et au delà dans le département de l'Yonne, tandis qu'elle manque au nord, dans la Bourgogne et la Lorraine.

---

remarques judicieuses qui nous ont été fort utiles pour éclaircir plusieurs questions. Ce précieux concours nous a permis de mieux apprécier tout ce que la science doit à l'auteur de la géologie de la Suisse.

(1) *Coupe générale des terrains triasiques et jurassiques déposés avant le soulèvement principal du Jura, et des terrains crétacés et mollassiques déposés après ce soulèvement, avec une carte théorique des anciens océans triaso-jurassique et crétacé mollassique, montrant la disposition des formations et de leurs subdivisions autour des Vosges et de la Forêt-Noire* (*Nouv. mém. de la Soc. helvét. des sc. nat.*, vol. IV, p. 167, pl. 7, 1840).

L'hypothèse de la transformation successive et de la fusion des caractères des dépôts littoraux vers la haute mer, sur une perpendiculaire donnée au rivage, toute spécieuse qu'elle soit, n'a jamais été démontrée. C'est une pure spéculation de l'esprit, car tous les dépôts du Jura sont, en réalité, plus ou moins littoraux, et la nature de ceux qui se formeraient dans la haute mer, véritables dépôts pélagiques ou des mers profondes, c'est-à-dire éloignés de 200 ou 300 lieues des côtes et à 500 ou 600 mètres au-dessous de la surface des eaux, nous sont parfaitement inconnus. Les dénominations de dépôts sub-pélagiques et pélagiques, dans le sens que leur attribue l'auteur, n'ont rien de positif ni de précis. Comme tous ceux que nous avons étudiés jusqu'à présent, ce sont des sédiments formés sous une faible profondeur d'eau, et ce que nous avons dit avec M. Élie de Beaumont des roches du golfe gallo-britannien, dont le diamètre est de près de 200 lieues, nous semble parfaitement applicable aux couches jurassiques, infiniment plus rapprochées, qui bordent du nord-est au sud-ouest la grande vallée suisse, en faisant abstraction, toutefois, du soulèvement postérieur de ces dernières.

Cela posé, nous chercherons les représentants du premier groupe oolithique ou des étages de Portland et de Kimmeridge, tels que nous les avons vus limités et caractérisés jusqu'ici.

Canton de Schaffhausen.

M. Lardy (1) indique des couches jurassiques qui appartiendraient à ce groupe autour de Merishausen, au nord de Schaffhausen; mais le manque de données bien précises permet d'en douter, d'autant plus que MM. Studer et Escher de la Linth (2) n'en marquent point sur la rive droite du Rhin.

Canton d'Argovie.

Dans le canton d'Argovie, M. Gressly (3) le signale non loin de l'Aar. Il y comprend le calcaire à Astartes, mais en le restreignant aux deux divisions supérieures qu'il réunit sous le nom de *Portland*. Il est composé de calcaires oolithiques avec des *Agaricia*, et de bancs marneux bleus, remplis de fossiles, entre autres de *Scyphia*, *Glypticus affinis*, *Diadema*, *Apiocrinus elongatus*, *Pholadomya scutata*, *P. tumida*, *Ceromya tenera*, *C. striata*, *Pleuromya donacina*, *Mytilus amplus*, *M. pectinatus*, *Perna plana*, *Plagiostoma*, *Pecten*, une grosse Gryphée, *Terebratula difformis*, *T. biplicata*, *Melania striata*, de très rares Ammonites, quelques dents de

(1) *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 297.
(2) Carte géologique de la Suisse, en 4 feuilles, 1853.
(3) *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 153. *Coup d'œil sur la géologie du nord-ouest de l'Argovie.*

Sphærodus et de sauriens. Ce groupe forme un massif à bords sinueux, sur la rive gauche de l'Aar, entre Aarau et Aarburg ; puis il s'étend, sur sa rive droite, de cette dernière ville à Kappel.

D'après la carte de MM. Studer et Escher, il existe deux lambeaux dans le prolongement sud-ouest du précédent : l'un au nord de la ville de Soleure, l'autre entre Grenchen et Pieterlen, sur la route de Bienne. Au nord deux bandes continues, qui forment l'enceinte intérieure du val de Delémont, ne paraissent point pénétrer dans le canton de Soleure.

Canton de Soleure.

Dans ses *Observations géologiques sur le Jura soleurois* (1), M. Gressly a décrit longuement les dépôts qu'il désigne sous le nom de *terrain portlandien* et dans lequel il distingue successivement ce qu'il nomme 1° *faciès littoral vaseux à Exogyres et à Ptérocères ;* 2° *faciès corallien ;* 3° *faciès de charriage ;* 4° *faciès sub-vaseux et vaseux à polypiers spongieux à Tortues* avec le *sous-faciès* du calcaire à Tortues de Soleure, qui caractérise surtout les couches oolithiques supérieures des cantons d'Argovie, de Soleure et de Neufchâtel ; 5° *faciès pélagique*, bien développé dans une partie du canton de Soleure et dans celui de Berne.

L'auteur se livre ensuite à un examen très détaillé de ces divers aspects sous lesquels se présentent ici les équivalents du Portland-stone et du Kimmeridge-clay. Il fait remarquer (p. 134) que, partout où s'accumule une grande quantité de corps organisés, la stratification devient fort obscure et que les caractères pétrographiques sont plus variables que sur les points où les fossiles sont rares et où les dépôts sont en même temps plus épais. Dans les sédiments vaseux et les stations coralligènes, les couches à fossiles sont limitées à certaines surfaces plus ou moins étendues que l'on pourrait considérer comme des centres de la vie animale, d'où se seraient peu à peu détachées des colonies qui ont successivement peuplé le sol sous-marin. Il en est résulté des bancs de coraux et de coquilles, épars çà et là et plus ou moins avancés dans leur construction. Dans le groupe qui nous occupe, ces bancs sont plus restreints que dans ceux qui l'avaient précédé, et ils paraissent s'être développés de la manière suivante (p. 150) : *Premier moment*, formation d'une base plus ou moins

(1) *Nouv. mém. de la Soc. helvét. des sc. nat.*, vol. IV, p. 126, 1840. — *Résumé d'observ. géol. sur les modifications du Jura des cantons de Soleure et d'Argovie* (*Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, 1er et 15 déc., 1835). — *L'Institut*, 25 mars et 20 avril 1836.

large, composée de coquilles acéphales (Modioles, Solemyes, Myopsides, Pholadomyes, *Mytilus*, *Dysaster*, etc.) avec des spongiaires; *second moment*, formation de nappes aplaties, composées de crinoïdes, d'Agaricies, d'échinides et d'une foule d'acéphales monomyaires : *Pecten*, *Lima*, *Ostrea*, etc.); *troisième et dernier moment*, formation des bosses par les Astrées, les Anthophyllies qui prédominent et par une multitude de crinoïdes avec des *Cidaris* et d'autres échinides.

Il serait fort difficile de suivre M. Gressly dans l'examen de ses *faciès*, où les divisions stratigraphiques s'effacent et disparaissent dans une infinité de détails et de digressions souvent étrangères au pays. On peut seulement y reconnaître la constance des principaux types organiques que nous sommes habitués à voir caractériser cette partie supérieure de la formation (1). Nous résumerons les observations faites par M. Hugi dans les carrières de Soleure où de nombreux fossiles ont été rencontrés. C'est presque la seule coupe stratigraphique de quelque intérêt que nous trouvions dans le mémoire de M. Gressly, et encore les caractères des roches ont-ils été omis, ainsi que l'épaisseur des bancs. Dix bancs sont exploités, et au-dessous vient le coral-rag. Ces bancs, identiques dans les diverses exploitations, s'observent sans interruptions sur une étendue de pays considérable. On les voit au pied de la Röthifluh composés du même calcaire que celui du fond des carrières. Ils montrent de haut en bas :

1. Calcaire d'un blanc mat, très cassant ou fragile, avec des Nérinées, une Ammonite, des épines dorsales d'*Asteracanthus ornatissimus*, des débris de Ptérodactyles, de Tortues, des dents de *Gyrodus*, de *Sphærodus*, de *Pycnodus*, etc. La citation dans ce même gisement de dents de *Palæotherium*, de débris d'*Anoplotherium* et d'autres mammifères au milieu de bancs marneux, et non dans les *fentes* qui les traversent, jette beaucoup d'incertitude sur la valeur de ces observations (2). . 0^m,04 à 2^m

---

(1) « M. Gressly, dit M. Marcou (*Mém. Soc. géol. de France*, » 2e sér., vol. III, p. 106, 1848, *nota*), guidé par sa théorie des » différents *faciès* que peut présenter une couche que l'on suit hori» zontalement, a confondu le *séquanien*, le *kimmeridgien* et le » *portlandien* dans un même groupe, tout en établissant dans celui» ci des *faciès* différents qui ne sont autres que les groupes que je » viens de citer. »

(2) *Notes sur des restes de mammifères trouvés dans le calcaire de Portland à Soleure*, par M. Gressly (*Soc. d'hist. nat. de Stras-*

2. Ce banc renferme encore quelques Nérinées, des Huîtres, des Térébratules, des Cidaris, des restes de Tortues et de poissons des genres précédents, le *Psammodus reticulatus* et des débris de sauriens. On y aurait encore recueilli une dent de *Palæotherium crassum*.
3. Banc caractérisé par de nombreuses Térébratules à deux plis, les Huîtres et les Nérinées des bancs précédents, des restes de *Megalosaurus*, de Crocodiles, des dents de sauroïdes, etc.
4. Banc qui se confond avec le précédent.
5. Assise marneuse avec des Tortues entières, le *Pterocera Oceani*, des Nérinées, des Cidaris, quelques coquilles d'acéphales, des débris de *Psammodus*, de sauroïdes, etc.
6. Dans ces bancs sont des écailles de *Lepidotus*, qui auraient été prises pour des portions d'émail de dents de *Palæotherium*.
7-10. Ces quatre bancs inférieurs, moins bien caractérisés par leurs fossiles, renferment encore quelques restes de Tortues, de sauriens et de poissons, avec des Térébratules, des Huîtres et des Nérinées.

Ces divers bancs appartiennent à ce que M. Gressly appelle *faciès littoral vaseux à polypiers spongieux avec Eugeniacrinus et calcaires à Tortues*, dépôts dont les fossiles sont fort différents lorsqu'on les considère sur plusieurs points comme dans les environs d'Aarau, d'Alten, de Soleure et de Boinod (canton de Neuchâtel).

L'auteur ne citant presque que les noms de genre des débris organiques qu'il a rencontrés, il est assez difficile de tirer de ses recherches quelques conclusions précises. Quant aux déterminations spécifiques, beaucoup d'entre elles, à l'exception peut-être des échinodermes, semblent avoir besoin d'un nouvel examen pour être admises. Nous signalerons seulement les espèces suivantes dans le dépôt désigné sous le nom de *faciès vaseux à Ptérocères et à Exogyres*, qui paraît représenter assez exactement le Kimmeridge-clay :

Hemicidaris Thurmanni, Ag., *Acrosalenia conformis*, id., *Pholadomya acuticosta*, Sow., *P. Protei*, Brong., *Lucina Elsgaudiæ*, Thurm., *Donacites Alduini*, Brong., *D. Saussuri*, id., *Astarte minima*, Gold., non Phill. (moins fréquente que dans le calcaire à Astartes qui se trouve au-dessous), *Isocardia excentrica*, Voltz, *I. inflata*, id., *I. striata*, d'Orb., *Mytilus jurensis*, Mér., des Modioles, *M. plicata*, Sow. (probablement *M. medius*, d'Orb.), *Trichites Saussuri*, Voltz, *Avicula Gessneri*, Thurm., *Perna plana*,

---

bourg, 2 fév. 1836. — L'*Institut*, 25 mai 1836. — Ce sont les dents et les os rapportés au genre *Palæotherium* par Cuvier, et des ossements rapportés à l'*Anoplotherium gracile* par Duvernoy.

id., *Hinnites inæquistriatus*, id., *Ostrea solitaria*, Sow., *Exogyra virgula*, Defr., *E. Bruntrutana*, Thurm., *Terebratula intermedia*, Lam., *T. biplicata*, Sow. (probablement *T. subsella*, Leym.). Parmi les gastéropodes, moins abondants que les acéphales, dominent les *Pterocera Ponti* et *Oceani*, Brong.; puis viennent des restes de crustacés, de poissons (*Sphærodus gigas*, Ag., *Pycnodus Hugii*, id., *Psammodus*), de Tortues et de sauriens.

L'étage de Kimmeridge qui, superposé au coral-rag, forme la première chaîne à Lengnau, constitue près de Soleure, dit M. Studer (1), un îlot séparé de l'étage suivant par une vallée qu'occupe la mollasse, et les carrières de Soleure fournissent un marbre estimé. Dans la chaîne de Movelier, les plateaux de Roggenburg et de Kiffis sont en grande partie recouverts par les assises du premier groupe, limitées au sud et au nord par les chaînes du groupe inférieur. Aux environs de Ligsdorf et de Rödersdorf sont de riches gisements de polypiers de cet horizon supérieur de la formation (p. 326). Les mêmes assises qui, à Oberbuchsiten, forment le pied de la première chaîne, constituent près d'Aarburg une chaîne particulière avec le calcaire à Astartes du Born, qui se continue jusqu'à Aarau (p. 330). Ici les carrières fournissent de bonnes pierres où l'on trouve des Myes, de grosses Ammonites et des Phasianelles. Il en est de même de l'autre côté de l'Aar, à Kirchberg, Biberstein et Auenstein.

Canton de Berne.

Ainsi qu'on l'a dit plus haut, Thurmann (2) avait d'abord limité fort exactement le premier groupe oolithique du Porrentruy, dans lequel il distinguait l'étage de Kimmeridge (marnes kimmeridiennes) et l'étage de Portland (calcaire portlandien), réunis sous le titre de *groupe portlandien* ou *étage jurassique supérieur*. Dans la coupe du Banné, près de la ville de Porrentruy, les calcaires de Portland ont 20 mètres d'épaisseur et les marnes de Kimmeridge en ont 15.

Les premiers sont compactes, marno-compactes ou oolithiques; leur structure est massive ou feuilletée, et leur cassure conchoïde ou terreuse. Les teintes sont claires et variées. Dans d'autres bancs, la structure ou la stratification est plus prononcée; les couches ont moins de 1 mètre d'épaisseur et l'on y observe des dendrites, des filets, des nœuds spathiques, des nids et des taches sableuses, ferru-

(1) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 323, 1853.
(2) *Essai sur les soulèvements jurassiques du Porrentruy*, 1er cah., p. 9, in-4, 1832.

gineuses, marneuses et verdâtres, ainsi que du bitume. Les fossiles sont nombreux, la plupart à l'état de moules, et plusieurs se montrent dans l'étage sous-jacent. On y observe particulièrement la *Pholadomya acuticosta*, Sow., *Isocardia excentrica*, Voltz, *I. striata*, d'Orb., *I. inflata*, Voltz, une Modiole rapportée à la *M. plicata*, Sow., mais qui est probablement le *M. medius*, d'Orb., les *Exogyra virgula*, Def., et *Bruntrutana*, Thurm.; une Trigonie rapportée à la *T. cuspidata*, Sow., le *Pterocera Oceani*, Brong., et le *Proto suprajurensis*, Voltz.

Les marnes jaunâtres de Kimmeridge comprennent des calcaires marno-compactes, grumeleux, à texture terreuse, à cassure raboteuse, peu solides, de teinte gris jaunâtre très-variable. La stratification est obscure; les fossiles, la plupart à l'état de moules, à l'exception des Térébratules, des Peignes, des Huîtres, des Trichites, des *Pinna*, etc., sont très nombreux et jamais siliceux. Des oolithes s'y montrent par places, et les Exogyres déterminent, là où elles abondent, des bancs de lumachelle. Les marnes règnent surtout vers le haut, et les calcaires sableux ou marneux vers le bas. Des alternances de nombreux strates calcaires sub-compactes ou à oolithes miliaires passent à des calcaires massifs où les fossiles précédents diminuent rapidement, pour faire place à quelques Astartes qui annoncent l'approche de l'étage suivant. Outre les espèces déjà citées, nous signalerons ici, d'après Thurmann, les *Cidaris propinquus*, Munst., et *subangularis*, Gold., la *Pholadomya Protei*, Brong., les *Donacites Alduini* et *Saussuri*, id., la *Lucina Elsgaudiæ*, Thurm., la *Trigonia clavellata*, la *Pinnigena Saussurii*, les *Pecten lens* et *arcuatus*, Sow., l'*Ostrea solitaria*, id.; des Térébratules lisses et plissées, une Nérinée et quelques traces d'Ammonites et de Bélemnites.

Dans ce premier travail, Thurmann (1) plaçait les calcaires à Astartes à la partie supérieure du groupe moyen, ce qui était exact; mais il croyait qu'au nord et au sud des principales chaînes du Porrentruy, par exemple, le premier groupe s'était déposé après le *soulèvement du premier ordre*, en s'appuyant contre les pentes des collines que ce phénomène avait produites, ainsi que cela eut en effet lieu plus tard pour les dépôts crétacés et tertiaires. Cette opinion a été rejetée, avec raison, par M. Gressly (2), qui de son côté,

(1) *Loc. cit.*, p. 46, 1832.
(2) *Observ. géol. sur le Jura soleurois* (*Nouv. mém. de la Soc. helvét. des sc. nat.*, vol. II, p. 105, 1838).

préoccupé de ses études locales, ne pouvant toujours, dans l'étroit horizon qu'il embrassait, séparer nettement les deux groupes, fit entrer tout le coral-rag dans le supérieur. Il a néanmoins donné des coupes intéressantes montrant la composition des étages de Portland et de Kimmeridge, ainsi que celle des calcaires à Astartes dans la carrière de Greifel, des bancs de coraux des environs de Raedersdorf, etc.

Après un examen plus approfondi de ce sujet, Thurmann (1) crut résoudre la difficulté que présentait cette classification faiblement motivée par son compatriote, en détachant les calcaires à Astartes du coral-rag et en les plaçant à la base du premier groupe (*groupe portlandien* de l'auteur). En faisant ici abstraction de ces derniers, nous voyons ce même groupe divisé de la manière suivante, chaque étage comprenant trois assises, dont une moyenne essentiellement marneuse, et les deux autres plus ou moins calcaires.

Étage de Portland. (3e sous-groupe virgulien, Th.).	Assise supérieure (calcaire épivirgulien, Thurm.). Assise moyenne (zone virgulienne, marnes à virgules, id.). Assise inférieure (calcaire hypovirgulien, id.).
Étage de Kimmeridge, (2e sous-groupe ptérocérien, Th.).	Assise supérieure (calcaire épiptérocérien, Thurm.). Assise moyenne (zone ptérocérienne, marnes à Ptérocères, id.). Assise inférieure (calcaires hypoptérocériens, id.).

La première assise du Portland-stone, suivant M. Studer (2), à qui nous empruntons une partie de ces détails, est peu développée aux environs du Porrentruy, et les fossiles y sont peu répandus. Dans le Jura occidental, où elle est plus puissante, elle est composée de bancs épais de calcaires compactes, oolithiques, gris ou blanc jaunâtre, souvent remplis de Nérinées. Les marnes de l'assise moyenne, près de Alle, par exemple, passent à un calcaire schisteux, blanc ou jaune, avec des bandes d'un jaune de miel, des dendrites et de nombreux fossiles acéphales. L'*Exogyra virgula* y est extrêmement abondante, avec la *Pholadomya multicostata*, Ag., la *Pleuromya donaciformis*, id., la *Terebratula inconstans*, Sow., la *Trigonia concentrica*, Ag., l'*Isocardia orbicularis*, Roem., etc.

---

(1) *Neuvième lettre sur le Jura* (*Bern. Mittheil.*, sept. 1852, nos 250-251, p. 209). — *Neu. Jahrb.*, 1854, p. 353. — *Einleitung der oberer Jura-Gebirges um Porrentruy* (*Verhandl. der Schweiz, naturf. Gesells. bis ihrer Versamm. zu Porrentruy*, p. 45, 230, 1843).

(2) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 268, 1853.

L'assise la plus basse de l'étage comprend des calcaires blancs, semblables à ceux du corallien, et renfermant beaucoup de bivalves. Elle a pour base un banc marneux, peu épais, avec *Corymya Studeri*, Ag. Aux environs de [illegible], un calcaire blanc brunâtre qui en fait partie serait susceptible d'être employé pour la lithographie. L'*Exogyra virgula* est d'ailleurs aussi fréquente à ce niveau que dans le précédent. Pris dans son ensemble, cet étage a 50 mètres d'épaisseur (environs de Porrentruy, de Courtedoux et de Alle). La teinte des calcaires, généralement blanche, ou blanc jaunâtre, passe au jaune d'ocre lorsque les marnes dominent. Les bancs de coraux s'observent aussi bien dans l'assise supérieure que dans l'inférieure. M. Studer cite dans l'étage de Portland : *Acrosalenia aspera*, Ag., *Pholadomya multicostata*, Id., *Pleuromya donacina*, Id., *Ceromya excentrica*, Id., *C. orbicularis*, d'Orb., *C. inflata*, Ag., *Arcomya robusta*, Id., *Mactromya rugosa*, Id., *Cucullæa texta*, Roem., *Trigonia suprajurensis*, Ag., *T. concentrica*, Id., *Diceras suprajurensis*, Thurm., *Ostrea solitaria*, Sow., *Exogyra virgula*, Defr., *Terebratula subsella*, Leym.?, *T. inconstans*, Sow., *Pterocera Oceani*, Brong., *Nerinea danusensis*, Thurm., *Chemnitzia Clytia*, d'Orb., *Ammonites orthoceras*, Id., *A. longispinus*, Sow., *A. Contejeani*, Thurm.

L'étage de Kimmeridge paraît être fort répandu dans tout le Jura, dit le même géologue (p. 267), et son épaisseur totale serait de 60 mètres suivant Thurmann (1). Les calcaires supérieurs, caractérisés par l'*Astarte subclathrata*, Thurm., sont ordinairement blanchâtres et verdâtres dans les parties marneuses, et, vers le haut, une couche de teinte brune renferme l'Astarte précitée, avec la *Nerinea depressa*, Voltz. C'est à cette assise que Thurmann rapporte les bancs fossilifères des carrières de Soleure. Les marnes à Ptérocères qui viennent ensuite sont jaunâtres ou gris verdâtre, ou bien passent à des calcaires marneux soit partiellement oolithiques, soit à l'état de lumachelles. On les observe à la colline du Banné, au sud de Porrentruy et près de Courgenay. Elles renferment une association de fossiles qui manquent au-dessous. Ce sont particulièrement : *Lucina Elsgaudiæ*, Thurm., *Natica hemisphærica*, Roem., *N. globosa*, Id., *N. dubia*, Id., *N. Elea*, d'Orb., *Nerinea suprajurensis*, Voltz, *N. Elsgaudiæ*, Thurm., et de nombreux poissons (*Asteracanthus ornatissimus*, Ag., *Strophodus subreticulatus*, Id., *Lepi-*

(1) *Neuvième lettre sur le Jura*, 1852. — Studer, *Coupe de Porrentruy* (*Geol. der Schweiz*, vol. II, p. 322).

dotus laevis, id., *Pycnodus Hugii*, id, *P. gigas*, id., *P. latidens*, id., *Sphaerodus gigas*, id., *Gyrodus jurassicus*, id.) (1).

Ces étages, les plus récents de la formation, constituent des collines peu élevées sur la lisière des montagnes, ou des bassins dans les vallées longitudinales. Dans l'intérieur de la chaîne, les couches sont plus inclinées et remontent plus haut sur les pentes. Quelquefois elles sont séparées du coral-rag par une dépression creusée dans la marne; souvent aussi elles forment la voûte tout entière (2). Leur faune, dit Thurmann, est tout à fait distincte de celle du coral-rag, et les fossiles se modifient insensiblement depuis la base du Kimmeridge-clay jusqu'à la partie supérieure du Portland-stone. Quelques espèces traversent toute la série, mais elles sont plus fréquentes à certains niveaux déterminés; d'autres, au contraire, sont propres à des couches particulières; il y en a qui, très abondantes vers le bas, disparaissent tout à fait avant d'atteindre le haut de la série, tandis que d'autres, qui naissent plus tard, n'atteignent pas non plus les derniers dépôts. Enfin deux associations ou deux faunes assez distantes dans le temps se ressemblent quelquefois davantage entre elles qu'avec les faunes intermédiaires ou qui les séparent.

Thurmann et M. Studer, qui comprend aussi les calcaires à Astartes dans ce premier groupe, estiment la puissance totale de celui-ci à 200 mètres. Outre les environs immédiats de Porrentruy, il se voit encore formant deux bandes continues, presque parallèles, qui longent au nord et au sud la vallée de Delémont. Nous le trouvons également indiqué entre Tavane et Sombreval; mais au delà, tout le long du grand escarpement qui borde la vallée suisse, la carte de MM. Studer et Escher de la Linth ne montre plus que le groupe moyen, sans doute à cause de la difficulté de représenter des bandes aussi étroites que celles qu'y forme le supérieur. Dans le profil du Mont-Terrible (3), les couches du premier groupe affleurent sur les pentes de la première chaîne, de même que sur celles du

(1) Studer, *loc. cit.*, p. 263.

(2) Thurmann qui, dans son mémoire de 1852, a réuni le calcaire à Astartes au groupe supérieur, trouvait que, malgré la ressemblance des caractères pétrographiques et stratigraphiques qui ne permettent pas de poser une limite bien tranchée entre les deux groupes, les fossiles étaient entièrement différents, et qu'on pouvait, en outre, reconnaître dans le premier jusqu'à vingt faunes successives distinctes, sans pouvoir y saisir la loi de leur développement ni de leur succession dans le temps.

(3) Studer, *loc. cit.*, p. 319.

Moron, élevé de 1339 mètres, apparaissent les assises à Ptérocères. Au Pichoux, entre Souboz et Undervilliers, on observe encore une disposition semblable.

Canton de Neuchâtel.

M. de Montmollin, réunissant sur sa *Carte géologique du Jura neuchâtelois* (1), le *Portland et le corallien* de Thurmann, rien n'indique s'il existe réellement des couches du groupe supérieur dans l'étendue qu'elle embrasse. Nous en dirons autant des assises qui entourent le bassin de la Chaux-de-Fonds décrit par M. Nicolet (2), et désignées sous le nom de *calcaires portlandiens*. Les escarpements qui bordent les gorges étroites et profondes par lesquelles on pénètre dans ce bassin elliptique déjà mentionné (*antè*, vol. II, p. 760 et vol. IV, p. 560) montrent : 1° un calcaire grenu oolithique, jaune, quelquefois taché de blanc avec de grosses oolithes souvent désagrégées, des Térébratules, des Lucines, des Peignes, des Huîtres, etc.; 2° une marne calcaire blanche, plus ou moins épaisse, plus ou moins oolithique, à oolithes cannabines roses, fréquemment désagrégées (un banc calcaire subordonné renferme l'*Apiocrinus elongatus*, Mill., le *Cidaris maximus*, Munst., l'*Exogyra Bruntrutana*, Thurm., des Térébratules, etc.); 3° un calcaire compacte, puis oolithique, blanc crayeux, des bancs nombreux de calcaires compactes, fortement redressés, renfermant la *Trichites Saussuri*, Voltz; l'*Ostrea solitaria*, Sow., les *Terebratula difformis* et *biplicata*, Sow. (probablement *T. inconstans*, Sow., et *subsella*, Leym.?), les *Nerinea Bruntrutana*, Thurm., *Bruckneri*, id., le *Sphærodus gigas*, Ag., les *Pycnodus Hugii*, id., *gigas*, id., *Nicoleti*, id., le *Lepidotus lævis*, id., un *Psammodus* et des débris de Crocodile, c'est-à-dire des fossiles que nous avons déjà signalés soit dans l'étage de Portland, soit dans celui de Kimmeridge.

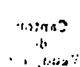
Canton de Vaud, etc.

On a vu que dans toute la partie occidentale et méridionale des chaînes du Jura, les auteurs de la carte géologique de la France avaient distingué le groupe oolithique supérieur, en le séparant nettement du moyen. Depuis le bord septentrional du lac de Bienne jusqu'au fort de l'Écluse les massifs du Mont-Tendre, du Noirmont, des Rousses, du Reculet et du Colombier appartiendraient au premier groupe, et leurs prolongements dans la Savoie (le Vouache et une portion des montagnes qui bordent le lac du Bourget) en feraient

(1) *Mém. Soc. d'hist. natur. de Neuchâtel*, vol. II, 1839.
(2) *Essai sur la const. géol. du bassin de la Chaux-de-Fonds* (*Ibid.*, 1839).

encore partie. Le Mont-Salève et ses appendices au sud seraient entièrement crétacés.

Pour la portion de la chaîne comprise dans le Jura vaudois, la manière de voir des auteurs de la carte de France est confirmée par M. Lardy (1), qui y a reconnu des couches du Portland-stone caractérisées par ses Nérinées, ses Térébratules et ses Huîtres, puis les marnes de Kimmeridge par les Ptérocères et les Pholadomyes. Dans le profil de Vuitebœuf aux Verrières suisses, donné par M. Studer (2), les couches, dans lesquelles M. Lardy avait trouvé de nombreux fossiles de l'étage de Kimmeridge, forment le revêtement oriental du plan incliné qui part de la crête de Denairiaz. On les retrouve également, mais horizontales, entre les Balles et les Verrières, comme dans les affleurements des dislocations que montre cette coupe. Après le cirque de Denairiaz, une faille a été suivie par M. Pidancet depuis Motiers, dans le val Travers, par Noirveau, jusqu'au plateau des Granges. On ne les observe pas dans les profils du mont de la Chèvre à Sainte-Croix, mais celui du val Travers (p. 310) les indique au-dessous de Brot et des Buttes. La coupe de Neufchâtel au Doubs (p. 314) fait voir les couches néocomiennes reposant sur les calcaires supérieurs du Chaumont (1172 mètres), qui appartiennent au premier groupe (*calcaires à Strombites* de Buch). Ils sont presque uniquement formés de *Nerinea Bruntrutana*, ainsi que les chaînes suivantes : la tête de Rang à 1423 mètres, le Cernil et le Pouillerel (1276 mètres), entre lesquels sont comprises les vallées tertiaires de la Sagne (1025 mètres) et de la Chaux-de-Fonds (997 mètres). Ces chaînes, composées par des voûtes du Kimmeridge-clay et du coral-rag, sont ouvertes à leur sommet, où elles laissent affleurer le groupe oolithique moyen et même l'inférieur. Au delà de Bienne, où cesse la bordure néocomienne du Jura, on trouve le groupe supérieur à Bözinguen et à Lenguau, dont les dernières, comme celles de Soleure, ont fourni des dents de *Pycnodus* et de Sauriens (p. 319).



Sur les cartes de MM. Studer et Escher, le groupe qui nous occupe n'est indiqué nulle part au sud-ouest des points déjà mentionnés. Les grandes chaînes et les portions qui leur succèdent dans cette direction sont marquées du signe J$^{3-4}$ pour constater la réunion ou la fusion des deux premiers groupes. Au delà du Rhône, les diverses chaînes détachées que nous associons encore au Jura sont

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. I, p. 672, 1844.
(2) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 304.

placées dans le troisième ou laissées indéterminées. Le petit nombre de descriptions locales que nous possédons sur cette région ne s'accordent absolument ni avec l'une ni avec l'autre des cartes précédentes, et nous les résumerons comme il suit :

Savoie.

Nous avons reproduit (*antè*, vol. IV, p. 573) la coupe du Salève donnée par M. Escher, qui paraît rapporter les assises 1-4 au coral-rag. M. Favre (1) dans ses *Considérations géologiques* sur la même montagne, distingue, sous le titre de *groupe portlandien*, entre les couches néocomiennes et le coral-rag proprement dit, 1° une assise supérieure ou calcaire jaunâtre compacte avec quelques fossiles mal caractérisés ; 2° une assise moyenne de calcaire marneux, bleuâtre, grisâtre, roussâtre, peu dur, avec des fossiles assez nombreux, mais mal conservés (Nérinées, Ptérocères, etc.). On l'observe particulièrement à la Balme-du-Démon, sur les pentes du Grand et du Petit-Salève au-dessus de Monetier. Enfin l'assise inférieure est un calcaire grisâtre, roussâtre, jaunâtre, un peu marneux, sans fossiles et qu'on peut étudier sur le chemin de Monetier au Grand-Salève. Nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons déjà dit de la manière de voir de M. de Villeneuve (*antè*, vol. IV, p. 575), qui semble rapporter au Portland-stone des couches du second étage néocomien.

M. Mousson (2) réunit le *Portland* et le *coral-rag*. M. Studer (3) admet aussi la présence des couches du premier groupe (couches à *Pterocera Ponti*), qu'il assimile ici au calcaire de Portland (4). M. G. Mortillet (5) se conforme à cette manière de voir en signalant dans ces calcaires, plus ou moins siliceux ou marneux, outre les Nérinées, une très grosse Natice. Les mêmes assises se retrouvent dans le mont Vouache, au Mont-du-Chat, à l'ouest du lac du Bourget, à la montagne de Saint-Innocent, au-dessus de la cascade de Coux, où elles avaient été rapportées d'abord au groupe néocomien (6), tandis que la présence de la *Pinnigena*

(1) *Mém. de la Soc. de phys. et d'hist. natur. de Genève*, vol. X, 1re partie, avec carte et coupe, 1843.

(2) *Bemerkungen über die natur. Verhaeltn.*, etc., Remarques sur les relations naturelles des eaux thermales d'Aix (*Nouv. mém. de la Soc. helvét. des sc. natur.*, vol. VIII, 1847), avec 2 planches de coupes et une carte non coloriée.

(3) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 268, 1853.

(4) *Ibid.*, p. 296, avec une coupe du Salève, d'Archamp à la Mure.

(5) *Prodrome de la géologie de la Savoie*, in-4, p. 25, 1855.

(6) *Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 618, 1844.

Saussure les avait fait réunir au coral-rag par MM. Pillet et Gired. Quoi qu'il en soit, l'auteur nous paraît être le seul qui ait signalé des traces du groupe supérieur dans cette partie de la Savoie, mais jusqu'à présent nous n'en voyons encore aucune preuve certaine.

En effet, la faune qui, au nord, le caractérise partout si nettement n'a point été signalée dans les montagnes des environs de Chambéry, ce qui s'accorderait avec ce qu'on a vu des deux côtés de la vallée du Rhône, dans les parties voisines du département de l'Ain et de l'Isère, où la présence du même groupe est aussi contestée.

Il nous paraît également difficile d'établir ici la séparation géographique des couches qui appartiennent au système des monts Jura de celles qui font partie de celui des Alpes. Nous avons pu, au sud de Montmélian, regarder la vallée de l'Isère comme marquant assez bien cette limite ; mais, au nord-est, la bande qui suit le pied du Nivolet, du mont d'Azi et se continue au delà de la vallée du Chéron, peut être regardée comme l'extrémité du grand contrefort alpin compris entre l'Isère et l'Arve. Aussi, sans attacher, quant à présent, une extrême importance à cette manière de diviser notre sujet, nous rangerons dans la région jurassique du versant nord-ouest des Alpes les couches qui, sur la carte géologique de la France, ont été marquées d'une manière générale par le signe J, sans désignation d'étage.

Résumé.

Le groupe oolithique supérieur, tel que nous venons de le caractériser le long de la courbe intérieure de la chaîne du Jura, n'a donc qu'un faible développement horizontal et une épaisseur peu considérable. Ses caractères pétrographiques sont également peu tranchés, et ses fossiles ne forment pas, dans ses deux étages, et à plus forte raison dans les sous-divisions qu'on y a reconnues sur quelques points, des horizons nettement définis, comme dans le Jura occidental ou français.

L'*Exogyra virgula*, que nous avions déjà vue, dans l'est de la France, passer du Kimmeridge-clay dans le Portland-stone, semble appartenir ici presque exclusivement à ce dernier étage de la formation, tandis que les Ptérocères caractérisent le précédent. Un grand nombre d'espèces sont d'ailleurs communes à l'un et à l'autre, ce qui s'explique par la ressemblance des roches, tandis qu'en Angleterre celles-ci différaient complétement. Une autre différence remarquable est la richesse de la faune du Portland-

sions dans le Jura oriental, et l'abondance des polypiers et des radiaires qui manquaient presque complétement à l'ouest.

Au nord de la petite région du Porrentruy, dans le canton de Bâle, le groupe supérieur ne paraît pas exister, et au sud nous le voyons s'atténuer de plus en plus en longeant le canton de Neuchâtel et celui de Vaud, pour expirer en quelque sorte ou devenir méconnaissable dans les massifs isolés du Salève des environs d'Annecy et de Chambéry.

§ 3. — Groupe oolithique moyen.

Le groupe oolithique moyen constitue la plus grande partie de la surface occupée par le Jura suisse, et nous y retrouvons, comme on pouvait s'y attendre, toutes les divisions que nous avons caractérisées dans le Jura français; seulement les géologues qui l'ont décrit se préoccupant, soit de considérations locales, soit de divisions établies dans le Wurtemberg et à un point de vue également peu éclectique, ne nous paraissent pas avoir toujours saisi les vrais rapports des sous-divisions de ce groupe. Il nous sera d'ailleurs facile de coordonner leurs descriptions avec la classification qui s'est jusqu'ici trouvée confirmée par les faits. Nous examinerons simultanément les deux étages et les sous-étages de ce groupe en nous dirigeant du N.-E. au S.-O.

Canton de Schaffhausen.

Suivant la carte géologique de MM. Studer et Escher de la Linth, ce groupe, dans lequel on a vu que les auteurs ne comprenaient ni le sous-étage de Kelloway ni le calcaire à Astartes, s'étend dans une portion considérable du canton de Schaffhausen, au nord de cette ville, se prolongeant au S.-O. jusque non loin de Rheinheim. Cette zone courbe, à bords très découpés, est limitée au sud-est par la mollasse et des dépôts plus récents, et au nord-ouest par le groupe oolithique inférieur. A Merishausen, M. Lardy (1) décrit des calcaires avec *Ammonites flexuosus* et signale la présence des basaltes colomnaires qui ont traversé la formation.

La montagne du Randen qui atteint 914 mètres d'altitude est, dit M. Studer (2), un véritable spécimen de l'Albe de la Souabe. Elle est allongée du N.-O. au S.-E., et sa coupe présente une série complète depuis le muschelkalk jusqu'au calcareous-grit inférieur. Les fossiles du sous-étage de Kelloway y sont à l'état pyriteux. La masse supé-

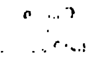
(1) *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 297.
(2) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 343, 1853.

rieure de la montagne, d'environ 200 mètres d'épaisseur, appartient à l'étage d'Oxford caractérisé par la *Terebratula impressa*. Au-dessus viennent les couches à spongiaires, où Laffon signale trente espèces de fossiles, et qui représentent ici le calcareous-grit inférieur.

Canton d'Argovie

Dans la partie orientale du canton d'Argovie près de Dielsdorf, naît une bande étroite de couches jurassiques moyennes, courant à l'O.-S.-O. pour joindre la chaîne de Gisliflüh, dirigée de même. Cette bande est coupée par la Limmat à Baden, par la Reuss, entre Müllingen et Birmenstorf, et par l'Aar dont elle longe la rive gauche jusqu'à Aarau et au delà. Elle s'appuie au N. sur le groupe inférieur et plonge au S. sous les dépôts tertiaires. Au nord de cette bande, dont l'axe est occupé par le muschelkalk, près de Brugg, commence, dit M. Studer (p. 337), un golfe tertiaire qui sépare le Jura proprement dit, ou la chaîne du Mont-Terrible, du pays de plateaux qui, s'étendant vers le Rhin, dans la direction de Schaffhausen, est le commencement de l'Albe de la Souabe. Près d'Endingen est un îlot du second groupe entouré par la mollasse, et non loin de Müllingen, l'Oxford-clay renferme les *Ammonites plicatilis*, *canaliculatus*, *Leachii*, avec la *Pholadomya clathrata*.

Dans la coupe S.-N. de Birmenstorf à Gebenstorf, qui à l'ouest de Baden traverse la bande E.-N.-E., O.-S.-O. signalée tout à l'heure, les assises calcaires supérieures qui plongent au S. près du premier de ces villages, appartiennent, suivant M. Mousson, au coral-rag et fournissent les belles pierres de taille employées à Baden. Les couches les plus élevées sur le versant méridional du Lägeren sont noduleuses, blanc jaunâtre, et renferment l'*Asterias jurensis*, les *Terebratula insignis* et *lacunosa*, les *Ammonites alternans*, *plicatilis*, *flexuosus* et *dentatus*. Une marne sableuse, de 4 à 5 mètres d'épaisseur, sépare ces calcaires de la masse principale qui est un calcaire compacte, blanc brunâtre, en couches très épaisses avec des Térébratules, des *Aptychus*, des *Scyphia* et des Bélemnites dans les parties les plus marneuses. Si l'on continue à descendre, les couches plus puissantes sont moins fossilifères, et l'on atteint des marnes gris-bleu avec les mêmes débris organiques qu'à Müllingen. Au-dessous les roches solides qui forment une éminence derrière Birmenstorf sont d'un rouge-brun ou jaune foncé, tenaces, gris-bleu à l'intérieur, oolithiques avec des parties spathiques. D'après les fossiles que cite M. Mousson (1) (*Trigonia*



(1) *Geologische Skizze der Umgebungen von Baden*, Zürich, 1840.

costata), *Lima proboscidea*, *Ostrea Marshii*, *Terebratula varians*, *Nautilus giganteus*, *Ammonites hecticus*), on peut soupçonner en cet endroit la présence du sous-étage de Kelloway et de quelques bancs du groupe oolithique inférieur. Les assises jurassiques s'élèvent à 656 mètres dans la petite chaîne du Lägeren et à 542 près de Regensberg.

Le groupe moyen se relève au nord de Brugg, sur les deux rives de l'Aar. A Endingen, les couches supérieures de l'étage d'Oxford sont remplies de *Scyphia*, de Térébratules et d'Ammonites.

La bande jurassique et triasique qui se trouve au nord du Geissberg, dit M. Studer (p. 343), traverse le Rhin, entre Zurzach et Coblenz, pour se diviser en deux branches qui comprennent entre elles les riches plaines de Neunkirsch et de Hallau à 442 et 416 mètres d'altitude. La branche nord est formée par le lias, celle du sud par les groupes oolithiques inférieur et moyen, et toutes deux se réunissent près de Schaffhausen pour former le Randen dont nous venons de parler comme le représentant de l'Albe de la Souabe, et non moins riche en fossiles que cette dernière.

Au nord d'Aarau, les calcaires qui s'étendent de l'Aar par Erlisbach et Küttigen, à 425 mètres d'altitude, jusqu'au pied de la montagne, appartiennent au sous-étage du calcareous-grit inférieur, et renferment l'*Ammonites plicatilis*, le *Belemnites hastatus* et des *Scyphia*. Il en est de même au sommet et sur le versant méridional du Gislifluh, à 774 mètres de hauteur absolue ; seulement les bancs les plus élevés paraissent appartenir au coral-rag (*quaderstein* de Rengger) (1). Les groupes oolithiques ont d'ailleurs une faible épaisseur dans cette région. Les fossiles de l'étage d'Oxford sont abondants un peu au-dessus de la papeterie sur le chemin de Benken.

M. Gressly (2) réunissant le coral-rag au groupe oolithique supérieur, il est probable que les dépôts vaseux qui renferment une faune en rapport avec leurs caractères, et qui ne sont point accompagnés des calcaires oolithiques du coral-rag des cantons de Berne et de Soleure, appartiennent à cet étage dans celui d'Argovie. On y observe peu de bancs de polypiers. Les calcaires blancs à coraux du Jura bernois y manquent aussi, et, sur le plateau de

— Minnich, *Les eaux thermales de Baden, avec un aperçu géol. des environs*, Baden, 1846.

(1) *Geognosie der Schweiz*, in-8, 1824.

(2) *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 153.

Frick, des Ammonites (*planulati*) appartiendraient à l'étage d'Oxford.

Les divisions que montre ce dernier dans les cantons de Berne et de Soleure sont moins prononcées dans celui d'Argovie, excepté les marnes inférieures, telles qu'on les voit dans la vallée de Frick. Les couches à oolithes ferrugineuses y prédominent, constituant une masse homogène d'un rouge sanguin. On y trouve des plaques dont la surface est noire et brillante. Ces couches d'oolithes ferrugineuses s'amincissent quelquefois beaucoup lorsqu'on s'avance au N. Elles sont surmontées de marne rouge pâle ou gris jaunâtre, tachetée, renfermant des *Cnemidium*, des *Scyphia*, des Ammonites, les *Terebratula loricata* et *nucleata*, le *Cidaris coronata*, des Bélemnites, etc., le tout caractérisant davantage l'Oxford-clay du Wurtemberg que celui du canton de Berne et de la France. Les fossiles, quoique disséminés dans toute la hauteur, sont plus nombreux vers le bas, dans la partie septentrionale du canton, et vers le haut, dans la partie sud (chaîne de Lägeren à l'est de Baden).

Canton de Soleure.

En comparant les deux moitiés dans lesquelles la formation jurassique peut, au premier abord, se partager, M. Gressly (1) fait remarquer que, sous les rapports pétrographiques et zoologiques, la moitié inférieure, composée du lias et des divers calcaires du troisième groupe oolithique, a une certaine ressemblance avec la supérieure, qui comprend l'étage d'Oxford analogue aux lias, et que le coral-rag et le Portland-stone sont analogues aux calcaires du troisième groupe. D'une part, des roches d'origine vaseuse à la base de chaque moitié sont caractérisées par une faune en rapport avec ces dépôts ; de l'autre, des roches calcaires, bréchoïdes, arénacées ou oolithiques renferment des groupes d'animaux d'accord aussi avec des sédiments différents.

Les calcaires à Astartes manquent dans le canton de Soleure, suivant M. Gressly qui, sous le nom de *terrain corallien*, réunit les autres divisions du même étage. Celui-ci se compose de calcaires blanchâtres très variables, compactes, crayeux, très oolithiques ou bréchiformes avec beaucoup d'Astartes, de Nérinées et de polypiers dans les régions littorales du dépôt, puis de calcaires blanchâtres, fort

(1) *Observations géologiques sur le Jura soleurois* (*Nouv. mém. de la Soc. helvét. des sc. natur.*, vol. II, p. 109, 1838), avec des profils des chaînes du Weissenstein, du Mont-Terrible, du Mummliswyl ou Hauenstein, et du Passwang, et 4 planches de coupes. — *Ibid.*, vol. IV, p. 113, 1840.

compactes, plus rarement oolithiques, assez souvent pisolithiques avec quelques Nérinées, des spongiaires, des Térébratules, etc., dans les parties présumées avoir été éloignées du rivage.

M. Gressly, toujours préoccupé des caractères des roches qu'il désigne par les expressions de *faciès corallien*, *faciès vaseux littoral*, *faciès pélagique* et *subpélagique* qu'il décrit successivement, reconnaît cependant que les diverses assises indiquées dans le Porrentruy par Thurmann, et nommées *calcaire corallien*, *oolithe coralline* et *calcaire à Nérinées*, existent également dans le canton de Soleure. Mais, au lieu de les mentionner comme son prédécesseur, il examine fort au long ses divers *faciès*, et n'indique, parmi les fossiles de chacun d'eux, qu'un très petit nombre d'espèces déterminées.

Il divise son *troisième groupe jurassique* ou *oxfordien* en *terrain à chailles* et *terrain des marnes oxfordiennes* ou de l'*Oxford-clay*. Les argiles à chailles rapportées au calcareous-grit, sont semblables à celles que nous avons vues dans les départements du Jura français, et que nous retrouverons avec les mêmes caractères dans le Porrentruy. Les chailles, si abondantes encore dans le Mont-Terrible, deviennent plus rares au delà, plus petites, moins ocreuses et plus calcaires. Elles finissent par se confondre avec les sphérites, et prennent une teinte bleuâtre à mesure qu'on s'avance vers le bassin de la Suisse. Les marnes sont aussi plus calcaires, schistoïdes et en bancs réguliers. Les fossiles sont des polypiers spongieux. L'épaisseur de ce sous-étage varie comme celle de l'Oxford-clay proprement dit ; elle s'accroît depuis les chaînes qui bordent le bassin de l'Alsace, où elle est de 7 à 14 mètres, près de Lary et de Ferrette, jusqu'à 70 et 100 dans le voisinage du bassin suisse.

Les fossiles, très nombreux, sont à l'état de moules ou bien silicifiés. On rencontre les suivants dans les parties présumées avoir été subpélagiques : *Scyphia texata*, Gold., *S. polyommata*, id., *S. Bronnii*, Munst., *S. amicorum*, Thurm., *Tragos patella*, Gold., *T. acetabulum*, id., *Cnemidium lamellosum*, id., *C. striatopunctatum*, id., *C. stellatum*, id., *C. rimulosum*, id., *Myrmecium pisiforme*, des *Fungia*, des *Astræa*, des *Agaricia*, des *Meandrina*, des *Lithodendron*, *Apiocrinus Milleri*, Schloth., Gold., *A. rosaceus*, id., *Eugeniacrinus caryophyllites*, Gold., *E. nutans*, id., *Cidaris coronata*, id., *C. Blumenbachii*, Munst., *C. meandrinus*, Ag., *Hemicidaris crenularis*, Ag., *H. striatissima*, id., *Echinus lineatus*, Gold., *Arbacia hieroglyphica*, Ag., *Disaster carinatus*, id., *Tere-*

bratula Thurmanni, Voltz, *T. lacunosa*, Schloth., *Gryphæa gigantea*, Sow., *Serpula gordialis*, Schloth., Gold., *S. convoluta*, Gold., *S. flaccida*, Munst., *S. ilium*, Gold.; des Ammonites (*planulati*) rares dans les régions littorales, comme les Bélemnites, et très abondantes les unes et les autres dans les régions pélagiques.

L'Oxford-clay, auquel M. Gressly réunit le Kelloway-rock, comprend des marnes bleu noirâtre, avec des fossiles pyriteux, des bancs marno-calcaires sub-compactes dans le bas, quelquefois beaucoup d'oxyde de fer hydraté et des pisolithes ferrugineuses; le plus ordinairement ce sont des calcaires sub-compactes gris de fumée. L'épaisseur de cet étage varie de 6 à 10 et jusqu'à 15 mètres. Les marnes des régions littorales avec des fossiles pyriteux se réduisent à moins de 1 mètre dans la partie qui était plus éloignée du rivage. Les fossiles, fort abondants le long de l'ancienne côte, sont accumulés par places et deviennent rares ou manquent tout à fait à une certaine distance de cette ligne. Les crustacés, les Ammonites, les gastéropodes et les acéphales sont, pour la plupart, à l'état pyriteux; les crinoïdes et les Bélemnites à l'état calcaire. D'après l'auteur, la taille des coquilles serait dans une certaine relation avec leur station présumée; ainsi elle serait moindre, et les coquilles seraient en même temps moins variées et moins nombreuses à mesure qu'on s'éloigne des anciens rivages des départements français voisins du Porrentruy pour se rapprocher du bassin suisse (1).

La planche II de cette partie du Mémoire de M. Gressly est particulièrement consacrée à des coupes de détail du second groupe et surtout de l'étage d'Oxford. La coupe fig. 1 de Baerschwyl au Karlsberg, celle de Goldenthal à la Bracheten, fig. 3, et celle de la chaîne du Mummliswyl, fig. 4, montrent le Kelloway-rock, composé de schistes marno-calcaires, compactes, ou de calcaire sableux roux, placé au-dessus de l'Oxford-clay avec ses Ammonites pyriteuses, et recouvert par le sous-étage des calcaires ou marnes avec chailles, surmontées à leur tour par le coral-rag. Dans les coupes 3 et 4, la puissance totale de l'Oxford-clay et du Kelloway-rock ainsi déplacés avec les assises à chailles est de 117, et de 114 à 130 mètres. Or rien dans le texte de l'auteur ne fait allusion à cet intervertissement dans la position des sous-divisions de l'étage d'Oxford ni à cette épaisseur considérable. Il dit, au contraire (p. 82), que la puissance totale du *terrain des marnes oxfordiennes* varie, suivant

(1) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 327.

les points de 6, 9, 49 mètres et au delà, le Kelloway-rock y étant compris. Quant à ce dernier (p. 80), il est composé de roches marno-calcaires peu développées, empâtant des pisolithes ferrugineuses, lenticulaires, miliaires, à reflet métallique d'un jaune bronzé, disséminées abondamment dans la marne. « Ces roches, » riches en fossiles, se lient toujours immédiatement à la division » supérieure du groupe oolithique inférieur, et paraissent repré- » senter en quelque sorte le Kelloway-rock d'Angleterre. » Les légendes des coupes précitées ne nous semblent pas pouvoir se concilier avec ce texte ; car ces coupes ne montrent certainement pas de renversement, et, s'il en existait, ce n'est point dans cet ordre que devraient se présenter les diverses assises.

La fig. 10, pl. X, représente une coupe détaillée du versant de Boecourt à la Caquerelle, où l'on voit toute la série des couches depuis le Portland-stone jusqu'aux argiles à chailles, et la fig. 8 montre la disposition des bancs de coraux à Hoggerwald. De même que les mémoires de Thurmann, celui de M. Gressly est accompagné d'un grand nombre de coupes fort instructives, et qui le seraient encore davantage si, par suite de vues orographiques théoriques, l'auteur n'avait aussi réuni partout, sous la même teinte, le coral-rag avec les représentants du groupe oolithique supérieur.

Dans le profil donné par M. Studer (1), de Wiedlisbach à Matzendorf et passant par Lucheren , on voit très bien la brisure et le plissement expliqués par Thurmann, et pourquoi le sondage exécuté en cet endroit a pu rencontrer de nouveau l'Oxford-clay après avoir traversé le muschelkalk et les marnes irisées. Dans la coupe de Goldenthal à Rotris (p. 327), l'étage d'Oxford se voit avec les calcaires du coral-rag participant à toutes les brisures des séries inférieure et supérieure ; mais, ni dans ces coupes ni dans le texte, M. Studer ne distingue suffisamment les étages qui nous occupent.

(P. 323.) Lorsqu'on monte au Weissenstein, dont l'altitude est de 1297 mètres, on marche d'abord sur le coral-rag, qui forme une arête à laquelle succèdent la dépression de l'Oxford-clay du Nesselboden, puis l'étage du cornbrash. A l'extrémité orientale de cette arête, au signal de la Röthifluh (1398 mètres), la voûte est brisée jusqu'au muschelkalk, et le bord septentrional se prolonge seul en formant encore un chaînon. De l'autre côté du Weissenstein on retrouve les deux étages du groupe moyen avant qu'on n'atteigne la vallée de

(1) *Loc. cit.*, p. 327.

Gänsbrunnen ou de Saint-Joseph. Le défilé qui conduit à Cremine, en traversant le Graitery, montre l'Oxford-clay mal caractérisé. De chaque côté de cette montagne, au contraire, au-dessus de Chalmat et de Kechert, se voient une grande quantité d'Ammonites pyriteuses de cette partie de l'étage qui semble correspondre au Kelloway-rock, puis des Pholadomyes et des moules calcaires d'Ammonites qui représenteraient l'horizon de l'Oxford-clay proprement dit. Le profil de Bettlach à Pfirt, qui coupe le val Delémont, est un bon exemple de la disposition de tout le système jurassique de ce pays et des accidents qu'il a éprouvés.

Canton de Bâle.

Avant la période historique dont nous nous occupons, M. P. Mérian avait publié d'importants travaux (1) sur le canton de Bâle, où manquerait le groupe oolithique supérieur, mais où l'on trouve, dans le bassin de la Biers, l'équivalent du calcaire à Astartes, désigné par l'auteur sous le nom de *Jüngerer Jurakalk*, variété dure (*Dichte Abänderung*), le calcaire à Nérinées, l'oolithe corallienne (*Jüngerer Rogenstein*), variété blanchâtre, et le calcaire corallien indiqué plus tard par Thurmann, qui y signale de nombreux fossiles. Les argiles à chailles n'ont pas été mentionnées non plus d'une manière particulière dans ce canton, où l'étage d'Oxford est assez développé (*Jüngere Juramergeln* et *Mergeliger-Kalk*). Suivant M. Mérian (2), un moule d'Ananchyte en silex aurait été trouvé dans le coral-rag d'Istein, près Bâle; par sa forme, il se rapprocherait des *A. ovata*, Lam., et *conoideus*, Gold.; mais on peut douter encore soit du gisement réel originaire de ce moule, soit de ses caractères génériques.

Canton de Berne. Travaux de Thurmann.

Dès 1832, Thurmann (3) comprenait, dans son *étage jurassique moyen*, précisément le même ensemble de couches que nous désignons sous celui de *groupe oolithique moyen*, et ses *groupes corallien* et *oxfordien* correspondaient à nos étages du *coral-rag* et

(1) *Geognostischer Durchschnitt*, etc., Coupes géologiques du terrain jurassique de Bâle à Kestenholz, près d'Aarwanger (*Denkschr. d. Allgem. Schweiz. Gesells. f. die gesamm. naturwiss.*, vol. I, Zurich, 1829). — Carte du canton de Bâle (*Beiträge zur Geognosie*, 1821).

(2) *Basel Verhandl.*, vol. VIII, p. 29, 1846-48 — *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 622.

(3) *Essai sur les soulèvements jurassiques du Porrentruy*, 1er cahier, in-4, avec 5 planches de coupes, 1832. — *Mém. Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, vol. I.

de l'*Oxford-clay*, avec cette seule différence, peu importante d'ailleurs, que les argiles à chailles, qu'il plaçait fort exactement sur l'horizon du calcareous-grit inférieur, étaient réunies au second de ces étages au lieu de l'être au premier. Les groupes supérieur et moyen de la coupe suivante que nous reproduisons avec notre terminologie, sont pris au Banné près de Porrentruy, et le reste fait partie de la coupe du Mont-Terrible ou Laumont.

Groupe	Étage	Subdivision	Mètres.
Groupe ool. supér.	Étage de Portland (calcaire portlandien, Thurm.)		[illegible]
	Étage de Kimmeridge (marne kimméridgienne, Thurm.)		15,00
Groupe ool. moyen.	Étage du coral-rag.	1er sous-étage (calcareous-grit supérieur), calcaires à Astartes	30,00
	Coral-rag.	2e sous-étage Calcaires à Nerinées	20,00
		3e sous-étage: Oolithe corallienne	[illegible]
		3e sous-étage: Calcaire corallien	5,50
		4e sous-étage (Calcareous-grit inférieur), argile à chailles (terrain à chailles, Thurm.)	23,00
	Étage d'Oxford (Oxford-clay et Kelloway-rock, marnes oxfordiennes (Thurm.)		15,00
Groupe ool. infér.	Cornbrash (dalle nacrée, Thurm.)		7,00
	Forest-marble et Bradford-clay (calcaire roux, sableux, et marnes Thurm.)		9,50
	Grande oolithe		[illegible]
	Fuller's-earth (marnes à *Ostrea acuminata*)		4,00
	Oolithe inférieure.	Oolithe inferieure ou calcaire à Entroques (oolithe sub-compacte, Thurm.)	37,00
		Oolithe ferrugineuse (1)	6,00
Lias.	Étage supérieur.	(Grès super-liasique, Thurm. (2), épaisseur indéterminée.	

Coral-rag.

« L'étage du coral-rag (groupe corallien Thurm.) (p. 14) que » nous retrouvons, dit l'auteur, parfaitement caractérisé pétrographiquement et paléontologiquement, dans toutes les descriptions » que nous possédons de la formation jurassique, a surtout une » concordance parfaite avec les dépôts synchroniques de la Haute-Saône, des environs de Belfort, des cantons de Bâle, de Soleure et » de Neuchâtel, contrées auxquelles le Porrentruy se rattache » immédiatement. La présence des Astartes dans les calcaires compactes et surtout celle des Nérinées dans les calcaires compactes » et crayeux, celle des grosses oolithes inégales et enfin celle des » nombreuses espèces de polypiers, offrent en grand un ensemble » de caractères faciles à saisir. »

Ces couches, désignées dans le canton de Bâle sous le nom de calcaire jurassique le plus récent (*Jüngerer Jurakalk* et *Jüngerer*

(1) L'auteur citant, dans cette assise, les *Ammonites falcifer* et *Stokesi*, il y a probablement quelque erreur de détermination ou de gisement.

(2) Thurmann assimile ce grès au *marly-sandstone*, toujours par suite de la méprise que nous avons si souvent signalée.

Rogenstein), avaient été, dès 1804, caractérisées par de Buch (1) par la présence des *Strombites* (Nérinées) à divers niveaux, puis par celle des grosses oolithes et de polypiers à la partie inférieure, dans le voisinage des marnes bleues (Oxford-clay).

Les *calcaires à Astartes* très purs, très compactes, à cassure conchoïde, de teintes claires, sont en bancs épais, bien stratifiés. On y trouve quelques dents de *Sphærodus gigas*, l'*Astarte minima* Gold., et d'autres fossiles dont la détermination spécifique aurait besoin d'être revue. Aux environs de Porrentruy, la roche présente une variété crayeuse ; à Roclère, Cheveney, une variété marneuse ; à Ermont et dans les collines qui environnent Porrentruy, sont quelques strates de teintes variées. On peut étudier ce sous-étage dans les carrières de Fontenay, au Banné et aux roches de Plain-Mont-Monnat, à l'ouest-sud-ouest de l'auberge de la Croix.

Les *calcaires à Nérinées*, compactes ou crayeux, sub-oolithiques, à cassure conchoïde ou raboteuse, en bancs souvent fort épais, bien stratifiés, avec des nids de calcaire spathique fréquents, se lient aux précédents et aux suivants. Les fossiles, peu abondants, sont surtout des Nérinées (*N. Bruntrutana*, *elegans* et *pulchella*), quelques Ammonites, des Bélemnites et des gastéropodes.

Le calcaire de l'*oolithe corallienne* est peu homogène, composé de parties tantôt compactes, tantôt spathiques ou sub-spathiques, grenues, provenant de nombreux débris de polypiers empâtés dans le calcaire. Il est solide, à cassure inégale, souvent très tenace et de teintes variées. Les bancs souvent épais, imparfaitement stratifiés, renferment des parties sableuses, glauconieuses et ferrugineuses. Les fossiles sont surtout des accumulations de polypiers qui, au lieu d'être à l'état de moules comme dans les assises précédentes, ont conservé leur test ou sont passés à l'état plus ou moins siliceux. Les polypiers de l'oolithe corallienne et des calcaires à Nérinées sont les *Astræa textilis*, Gold., *confluens*, Munst., *tubulosa*, Gold., *geminata*, id., *caryophylloides*, id., *velamentosa*, id., *heliantoides*, id., *cristata*, id., *geometrica*, id., *Meandrina tenella*, id., *Sarcinula astroites*, id., *Cyatophyllum quadrigeminum*, id., et une multitude d'autres espèces indéterminées.

Ces trois divisions sont d'ailleurs intimement liées ; mais lorsqu'elles prennent chacune un développement particulier, comme dans la coupe du Mont-Terrible, elles se succèdent dans l'ordre que

(1) Mémoire resté inédit.

nous venons d'indiquer. Souvent l'une ou l'autre prédomine et il y a des passages latéraux qui ne permettent pas de les considérer isolément. Pris dans son ensemble, l'étage offre constamment des calcaires compactes à sa partie supérieure, et vers le bas des calcaires et de nombreux polypiers saccharoïdes et siliceux. Les oolithes, disparaissant vers la partie inférieure et la texture devenant terreuse et sableuse, préparent le passage au calcareous-grit sous-jacent, ou *argiles à chailles*.

Ces argiles présentent tous les caractères que nous leur avons trouvés dans le département de la Haute-Saône, et constituent un mélange de bancs calcaires marno-compactes, marneux, sableux, argileux, rarement siliceux, grenus, saccharoïdes, de marnes endurcies, bleuâtres, en plaquettes et en masses grumeleuses, d'argiles ocreuses, de chailles, de sphérites, de concrétions spathiques et de nombreux fossiles siliceux. Nous renvoyons le lecteur à ce que nous avons déjà dit à ce sujet (*antè*, vol. VI, p. 636).

Plusieurs fossiles sont communs à ce sous-étage et au précédent. La silicification, qui se manifestait déjà dans le coral-rag inférieur, devient ici beaucoup plus prononcée. L'ensemble des deux faunes est néanmoins assez différent pour qu'on les considère comme deux horizons paléontologiques distincts. Les corps organisés, très nombreux dans les argiles à chailles, sont, suivant l'auteur, des *Cyathophyllum* (1), des *Anthophyllum*, des *Scyphia*, des *Tragos*, le *Rhodocrinites echinatus*, des Pentacrines, les *Apiocrinus rosaceus*, Gold., *rotundus*, Mill., et deux autres espèces, les *Cidaris coronatus*, Gold., *Blumenbachii*, Munst., *crenularis*, Gold., *propinquus*, Munst., *glandiferus*, Gold., les *Echinus hieroglyphicus*, id., *lineatus*, id., *excavatus*, Leske, les *Serpula gordialis*, Schloth., *ilium*, Gold., *socialis*, id., etc.; plusieurs Pholadomyes, *Mya angulifera*, Sow., *Plicatula tubifera*, Lam., des ostracées, *Gryphea gigantea*, Sow., des Térébratules (*T. lacunosa*), quelques Ammonites (*A. biplex*).

Thurmann regarde ce sous-étage comme intimement lié à l'Oxford-clay sur lequel il repose. Les rangées de sphérites, dit-il, se continuent jusque dans les marnes bleues et passent à une roche qui rappelle celle du pont de Kelloway, en perdant leur forme sphérique,

(1) Plusieurs des espèces de ce genre, citées ici par Thurmann, appartiennent au terrain de transition. Nous nous abstenons aussi d'en indiquer d'autres dont la détermination nous paraît trop douteuse.

prenant un état grumeleux et devenant plus ou moins bien stratifiées. D'autres fois, l'Oxford-clay n'en renferme pas, et l'argile à chailles devient insensiblement marneuse et bleuâtre. Ce qui, d'ailleurs, distingue bien ces deux divisions, c'est que les fossiles sont pyriteux dans l'Oxford-clay et siliceux dans les argiles à chailles.

Étage d'Oxford. L'étage d'Oxford comprend ici des marnes bleues, homogènes, onctueuses au toucher, très effervescentes avec les acides, obscurément stratifiées, présentant quelques bancs marno-compactes ou grumeleux, ou bien encore des cordons de sphérites. Les Ammonites pyriteuses et les Bélemnites sont les fossiles les plus abondants. D'autres sont calcaires, siliceux et plus rarement à l'état de moules. Les polypiers y manquent presque complétement. A la Roche-Percée près de Saint-Brain, entre Saint-Joseph et Crémines, au Weissenstein, etc., les marnes bleues alternent avec un calcaire marno-compacte, à cassure conchoïde, gris bleuâtre, ou gris de fumée, ressemblant au muschelkalk. On n'y trouve point de fossiles pyriteux, mais Thurmann y signale l'*Ammonites biplex* et pense que cette modification pourrait représenter le sous-étage de Kelloway. Au Mont-Vouhay et au Mont-Terrible on trouve, à la partie inférieure des marnes, des oolithes miliaires ferrugineuses, à reflet métallique, enveloppées dans des marnes jaunâtres et remplies en outre de fossiles des marnes bleues et peut-être des espèces particulières.

Le même géologue cite ensuite dans cet étage un *Aptychus* (*Tellinites problematicus*, Schloth.), la plupart des échinodermes des argiles à chailles, plus le *Spatangus capistratus*, Gold., le *Pentacrinus pentagonalis*, id., les *Apiocrinus rotundus*, Mill., et *Milleri*, Schloth., les *Pecten vagans* et *vimineus*, Sow. (couches à oolithes ferrugineuses), les *Terebratula lacunosa*, Schloth., *varians*, id., *obsoleta*, Sow., et beaucoup d'autres, les *Belemnites semisulcatus*, Munst., *sulcatus*, Schloth., *ferruginosus*, Voltz, *late sulcatus*, id., les *Ammonites hecticus* Ziet., *colubrinus*, Rein., *interruptus*, Schloth. (*rotula*, Ziet.), *dentatus*, Rein. (*cristatus*, Sow.), *Lamberti*, Sow., *Leachii*, id., *fonticola*, Menk., *perarmatus*, Sow., *Bakeriæ*, id., *omphaloides*, id.; puis, dans le minerai de fer oolithique, les *Ammonites dubius*, Schloth., *anceps*, Rein., *inflatus*, id., et d'autres qui nous paraissent trop douteuses pour être rappelées (1).

(1) Thurmann a décrit brièvement et fait figurer les fossiles pyriteux de l'Oxford-clay. Ces espèces, au nombre de 26, provenaient surtout de Combe-d'Eschet, de Châtillon et du Mont-Vouhay (Appen-

Les étages du coral-rag et d'Oxford sont ceux qui donnent aux chaînes du Jura leurs caractères orographiques les plus prononcés, le premier constituant des crêtes abruptes d'un côté et se prolongeant de l'autre par des pentes plus ou moins adoucies, le second formant au pied de ces crêtes rocheuses des dépressions plus ou moins étendues. Les planches 2, 3, 4 et 5 de ce premier Mémoire de Thurmann, où se trouvent réunies un grand nombre de coupes et plusieurs projections horizontales des montagnes de cette région, montrent, avec une grande netteté, les rapports stratigraphiques des deux étages du second groupe ainsi que les formes que les soulèvements ont imprimées au pays. C'est là le côté original et vraiment pratique des études du savant géologue de Porrentruy. Ce point de vue des relations entre les caractères orographiques et géologiques, appliqué au groupe moyen, est ici parfaitement rationnel; mais on verra, comme nous l'avons déjà fait pressentir, que lorsqu'on l'étend à des groupes plus anciens ou à d'autres pays, son application cesse d'être aussi vraie.

Dans le second cahier de son *Essai* (1), Thurmann s'est attaché à démontrer que ses déductions s'appliquaient également bien à toutes les autres chaînes du Jura bernois, et les détails qu'il donne sous forme d'itinéraires seront toujours lus avec intérêt. Il y a joint aussi une planche de coupes, un *aspect* ou *vue géologique* de la chaîne du Mont-Terrible et une *carte orographique et géologique du Jura bernois*. La légende des couleurs, mise seulement sur la feuille de coupes, n'explique pas suffisamment pourquoi le coral-rag est sur un seul point, au sud de Porrentruy, marqué par un travail de hachures horizontales, tandis que sur tout le reste de la carte il serait représenté par une teinte uniforme jaune clair. Cette teinte, d'après la légende, comprendrait à la fois le *portlandien et le corallien*, et néanmoins le *portlandien*, autour de Porrentruy, est indiqué, d'une manière spéciale, au moyen de hachures verticales.

Le même géologue (2) a rendu compte du sondage exécuté à

---

dice à la brochure intitulée : *Abraham Gagnebien*, *Arch. de la Soc. jurass. d'Émulation*, in-8, Porrentruy, 1851).

(1) In-4, 1836.

(2) *Quatrième lettre écrite sur le Jura ; sur une chance défavorable que certaine structure orographique offre dans les chaînes du Jura à la recherche du sel gemme* (sans date). — M. Mérian dit, d'après Thurmann (n° 200 du *Journ. des natur. de Berne*), qu'un

Lucheirn, près de Wietlisbach (Wiedlisbach), et dans lequel on a rencontré, au-dessous des marnes irisées et du muschelkalk, des couches de la grande oolithe, puis l'étage d'Oxford presque entier où l'on s'est arrêté à une profondeur totale de 1100 pieds. L'explication du brisement des couches, puis de la pression et du plissement qui ont occasionné cette anomalie, a été assez heureusement présentée par l'auteur.

Par suite de considérations locales, Thurmann (1) revint sur sa première classification, et réunit le sous-étage des calcaires à Astartes (calcareous-grit supérieur ou *sous-groupe astartien*, Thurm.) au premier groupe de la formation. Il y distingua alors trois assises.

La plus élevée (*calcaires épi-astartiens*, Thurm.), de 10 mètres d'épaisseur, est composée de calcaires blancs, ressemblant aux calcaires à coraux et renfermant des Dicérates, Nérinées, Cardites, Limes, Lyrodon, Arches, Astartes, Peignes, Pholadomyes, etc.

La seconde (*zone astartienne*, *marnes à Astartes*, Thurm.) est une marne dolomitique, gris bleuâtre, sableuse, avec des plaquettes de grès très fin employées comme pierre à aiguiser. Elle est remplie de gastéropodes et de beaucoup d'autres fossiles, dont les principaux sont : l'*Apiocrinus Roissyi*, d'Orb., (*A. Meriani*, Des.), *Arcomya helvetica*, Ag., *A. robusta*, id., *Venus parvula*, Roem., *Astarte gregarea*, Thurm., *A. minima*, Gold., *Trigonia truncata*, Ag., *Anomia vercellensis*, *Ostrea multiformis*, Koch, *O. sequana*, Thurm., *Turritella millemillia*, id., *Nerinea Gosæ*, Roem., *Ammonites Achilles*, d'Orb., *A. Cymodoce*, id., *Serpula philastarte*. D'autres espèces plus rares sont les *Belemnites Royerianus*, d'Orb., et le *Turbo princeps*, Roem. Quelques-unes passent dans d'autres divisions, telles que : l'*Ostrea solitaria*, Sow., l'*Homomya hortulana*, Ag., la *Ceromya excentrica*, Ag., la *Terebratula humeralis*, Roem. En suivant horizontalement cette assise sur une certaine étendue, on atteint des bancs composés de Lithodendron, d'Astrées, d'Agaricies, de Méandrines, etc.

Enfin, l'assise inférieure (*calcaires hypo-astartiens*, Thurm.) offre plusieurs petites faunes semblables à celles de la précédente, et l'une d'elles est caractérisée par ses Natices.

---

sondage a été exécuté en 1828 à Cornol près Pruntrut (*Ber. Verh. naturf. Gesells. zu Basel*, 1851, p. 41). Cornol est situé au pied nord du Mont-Terrible, et très loin, par conséquent, de Wietlisbach.

(1) *Neuvième lettre sur le Jura* (*Bern. Mittheil.*, sept. 1852, p. 209. *Neu. Jahrb.*, 1854, p. 353).

L'épaisseur totale du sous-étage ainsi constitué est de 57 mètres, et la *Nerinea Bruntrutana*, Thurm. et Bronn (non id. d'Orb.) serait la seule espèce commune au coral-rag proprement dit placé dessous. La faune de ce dernier, qui vient ensuite, représenterait celle des environs de Verdun et de Natheim, et non celle de la Rochelle, caractérisée par l'*Apiocrinus Roissyi*, que M. Alc. d'Orbigny aurait confondu à tort avec l'*A. Meriani*.

Recherches de M. Studer.

Pour compléter cet aperçu, de manière à donner une idée plus générale de l'ensemble des faits, nous rappellerons ce qu'a dit M. Studer (1) de cette même région septentrionale du canton de Berne et des pays voisins. Ce savant représente le coral-rag des cantons de Vaud, de Neuchâtel et de Berne comme constituant des masses calcaires puissantes, brun clair, gris blanc, jaunes ou rosées. Il forme principalement les sommités des voûtes, les crêtes de rochers et les amas de débris accumulés au pied des grands escarpements. Dans le canton d'Argovie, sa présence est douteuse; à Ober-Buchsiten, les marnes à Astartes reposent sur celles du calcareous-grit inférieur. Dans le Jura bernois, il est difficile de le distinguer toujours des calcaires du premier groupe lorsque manquent les couches marneuses à Astartes, et même, dans le canton de Vaud, il pourrait être confondu avec les assises crétacées les plus anciennes.

M. Studer (p. 264), qui a adopté le classement de Thurmann dont nous venons de parler, fait remarquer que les assises supérieure et inférieure du sous-étage à Astartes offrent quelquefois des parties rouge clair ou foncé et des bancs d'un calcaire blanc crayeux avec des rognons siliceux blancs. Autour de Porrentruy, le tout est recouvert par le Kimmeridge-clay, comme sur les routes de Courgenay et de Courchavon, ou bien il constitue lui-même des collines assez considérables, comme entre la ville et Fontenois. Dans la vallée de Delémont, et dans d'autres vallées intérieures, il forme une partie des talus, recouverts à leur pied par le minerai de fer (*Bohnerz*). Une petite dépression longitudinale le sépare du coral-rag, et il compose presque exclusivement la chaîne de Born, qui se termine près d'Aarau. Les carrières de cette ville sont ouvertes dans des bancs épais de calcaires gris ou brun clair, compactes, rarement oolithiques, séparés par des lits de marne jaune. On y a trouvé de nombreux fossiles de cet horizon, entre autres de grandes

(1) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 260, 1853.

Ammonites. Plus à l'est, le calcaire à Astartes, qu'on peut suivre jusqu'auprès de Brugg, se lie à la base du premier groupe et renferme la *Goniomya constricta*, les *Pholadomya tenera* et *scutata*, la *Cercomya striata*, la *Corymia Studeri*, l'*Avicula subplana*, le *Mytilus amplus* et la *Phasianella striata*.

Dans la partie occidentale de la chaîne, le coral-rag est intimement lié au calcareous-grit sous-jacent (argiles à chailles). Ses couches inférieures, gris foncé, sont sableuses et marneuses; puis des couches compactes, remplies de portions spathiques et écailleuses, de veines et de druses de calcaire spathique, de sable siliceux, de veines ferrugineuses, etc., leur succèdent. Des bancs épais sont en grande partie composés de coraux souvent siliceux, avec des échinides, des bivalves, etc. Plus haut viennent des oolithes et la roche est oolithique, gris clair ou jaunâtre, à grains de grosseur variable, quelquefois avellanaires. Les fossiles brisés sont le plus souvent indéterminables. Dans les chaînes orientales des cantons de Neuchâtel, de Berne et de Soleure, la masse principale est aussi formée de calcaires oolithiques à petits grains. Les fossiles ont été particulièrement observés à la Caquerelle, à l'ouest de Saint-Ursanne, à Courfaivre et à Zwingen. M. Studer en donne une liste assez étendue (p. 262), mais qu'il croit susceptible de modifications. L'épaisseur de cet étage paraît être très variable, et aurait une centaine de mètres dans les cantons que nous venons de citer.

Le calcareous-grit inférieur (1), ou sous-étage des argiles à chailles, est ordinairement une argile bleue ou gris jaunâtre, sableuse ou siliceuse vers le haut, plus calcarifère à la partie inférieure, alternant avec des bancs de calcaire marneux, de $0^{m},30$ à 1 mètre d'épaisseur, bleu, à cassure conchoïde, qui, dans les escarpements, forme une saillie au-dessus des argiles ou bien s'y trouve sous forme de rognons lenticulaires (sphérites et chailles). A Chanaz, cette division recouvre directement l'oolithe ferrugineuse rapportée au Kelloway-rock. Dans le canton d'Argovie, le calcaire, plus abondant, et plus également réparti, forme des plaquettes gris cendré ou gris jaunâtre (*lettstein*), ou bien ce sont des bancs épais de calcaire marneux, alternant avec les marnes bleues. Au-dessus, un banc puissant de calcaire compacte, brunâtre ou blanc, fournit une bonne pierre de construction (*quaderstein*). Ces calcaires manquent dans le nord-ouest de la chaîne (environs de

(1) C'est le *lettstein* et le *quaderstein* de Rengger.

Salins, de Porrentruy, de Bâle, de Vesoul), où règne alors le type des argiles à chailles. Dans cette dernière partie, l'épaisseur du sous-étage n'a que 25 à 30 mètres; au nord-est, au contraire, dans les cantons de Soleure, d'Argovie, à Baden, etc., elle serait de 100 mètres.

M. Studer donne une liste de 122 espèces qui proviennent de Sainte-Croix, du Jura bernois, soleurois et bâlois, de Densbüren, de Birmenstorf, de Windisch, de Baden, du Lägeren et du Randen, localités dans lesquelles ce sous-étage se présente tantôt avec un aspect marneux, tantôt en bancs solides, ou bien encore avec les caractères d'argiles à chailles. Nous ne reproduirons pas cette liste qui, comme le dit fort bien l'auteur, renferme des éléments hétérogènes au point de vue stratigraphique, ou dans laquelle le synchronisme des gisements indiqués n'est pas suffisamment établi (p. 252). L'Oxford-clay, désigné par le même géologue sous le nom de *marne oxfordienne* (*Oxford Mergel*), comprend des marnes calcaires bleu foncé, tendres, se délitant à l'air, quelquefois noires et bitumineuses. Les fossiles pyriteux y sont très répandus : ce sont principalement de petites Ammonites de la section des *armati*, et les rognons pyriteux renferment souvent aussi des corps organisés. Dans le canton d'Argovie, plusieurs espèces fossiles de ces marnes se continuent au-dessus, et même il n'y aurait plus de faune distincte dans le reste de la série. Dans le canton de Berne, l'Oxford-clay est surtout bien développé près de Châtillon, au sud de Delémont, dans le vallon d'Eschert, au sud de Moutiers, et dans les dépressions des chaînes de Vellerat et du Graitery, où l'on cite le *Pentacrinus pentangularis*, Gold., le *Belemnites hastatus*, Blainv., les *Ammonites hecticus compressus*, Quenst., *lunula*, Ziet., *Bakeriæ*, Sow., *convolutus ornatus*, Quenst., *annularis*, Rein., *caprinus*, Schloth., *denticulatus*, Ziet., *dentatus*, Rein., *Lamberti*, Sow., *Babeanus*, d'Orb., *sutherlandiæ*, Murch., *Mariæ*, d'Orb., *tortisulcatus*, id., et des crustacés.

Cet étage, d'une épaisseur moyenne de 15 mètres et quelquefois beaucoup moindre, manque même tout à fait, comme dans la partie orientale du Jura, dans les cantons d'Argovie et de Schaffhausen, où le calcareous-grit inférieur domine à sa place, et où les fossiles, souvent mélangés, sont à l'état calcaire.

Le sous-étage de Kelloway (p. 249), réuni à tort au groupe inférieur, est un calcaire marneux, gris jaune ou brun, se désagrégeant à l'air, quelquefois une marne calcaire bleue ou gris de fumée,

à cassure conchoïde, avec des minerais de fer en grains plus ou moins fréquents. Les Bélemnites, les Pleurotomaires et les Myes y sont fort répandus et très bien conservés. Son épaisseur dépasse à peine quelques mètres. Très peu développé dans les cantons de Berne et de Soleure, il a pu y être considéré par Thurmann et M. Gressly comme un dépôt local intercalé dans l'Oxford-clay. On le retrouve avec ses fossiles caractéristiques (*Ammonites Herveyi*, Sow., *anceps*, Rein., *Lamberti*, Sow., *Jason*, Ziet.), et des minerais de fer exploitables dans le canton d'Argovie à Wölfliswyl, dans le Frickthal, et à l'Eck près d'Aarau. Peu considérable aussi dans le canton de Bâle, il reparaît, au contraire, bien caractérisé dans la partie la plus méridionale de la chaîne.

Canton de Neuchâtel.

Dans les montagnes qui entourent le bassin de la Chaux-de-Fonds M. Nicolet (1) a reconnu, au-dessus du cornbrash, quelques traces de l'Oxford-clay, un calcaire schisteux et marneux représentant le calcareous-grit inférieur, des calcaires oolithiques jaunes appartenant au coral-rag, et des couches que nous avons rapportées avec doute au premier groupe (*antè*, p. 34). Le même géologue (2) avait déjà fait ressortir les différences de quelques parties du groupe moyen du canton de Neuchâtel avec ce que l'on observe dans le Porrentruy. Ainsi le coral-rag, avant de passer à la marne qui le sépare de l'Oxford-clay, devient moins compacte, puis schisteux, et alterne avec des marnes. Cette puissante assise de marne, dont l'affleurement produit une dépression du sol, se distingue bien de celle de l'Oxford-clay dont elle est, d'ailleurs, séparée par un calcaire en bancs nombreux, épais, alternant avec des strates schisteux. Ce dernier, désigné par l'auteur sous le nom de *calcaire à schistes*, remplace, suivant lui, le *terrain à chailles* et les couches à sphérites qui manquent dans les hautes vallées du Jura de Neuchâtel. Le *calcaire à schistes*, que M. Nicolet regarde comme formant la base du coral-rag, passe brusquement à la *marne oxfordienne* bleue, peu épaisse, compacte, dure, avec les fossiles de l'Oxford-clay du Porrentruy, et à laquelle se rattachent les calcaires à oolithes ferrugineuses. Ces observations nous permettent donc de distinguer nettement, au-dessous du coral-rag de ce pays, la succession normale des termes plus ou moins développés du calcareous-grit inférieur, de l'Oxford-clay et du Kelloway-rock. De plus, les réflexions dont

(1) *Mém. de la Soc. des sc. natur. de Neuchâtel*, vol. II, 1839.
(2) *Bull.*, 1re sér., vol. IX, p. 414, 1838.

M. Nicolet les accompagne s'accordent avec celles que nous avons faites sur les inconvénients du mode de coloration proposé par Thurmann et adopté sans examen par d'autres géologues.

Dans sa *Carte géologique du Jura neuchâtelois* (1), M. de Montmollin a, comme on l'a déjà dit, complétement démembré le groupe moyen en réunissant le coral-rag au supérieur, et en n'y laissant que l'étage d'Oxford.

Les eaux qui tombent dans la plupart des hautes vallées de cette partie du Jura ne s'écoulent que par des fentes ouvertes dans les roches solides du coral-rag et y déterminent des *entonnoirs*. Tels sont les lacs de Joux et de la Brevine. Il en résulte des sources très abondantes, qui s'échappent avec une grande énergie du pied des montagnes, comme celles de la Louve, de l'Orbe, de la Reuse, des Serrières, etc.

Nous mentionnerons encore, d'après M. Studer, les coupes de Brot à Buttes, passant par Travers et Couvet (2) ; celle du mont de la Chivre à Sainte-Croix (p. 309) ; celle des Verrières suisses à Vuitebœuf (p. 308), où les relations stratigraphiques du coral-rag et de l'Oxford-clay sont bien exprimées, ainsi que les divers accidents qui ont affecté les couches. La coupe de Prémanon à la Rippe, passant par Saint-Cergues, donne une idée satisfaisante des plissements jurassiques qui comprennent les dépôts néocomiens. Ces derniers semblent être concordants avec les strates oolithiques, et se conformer à toutes leurs inflexions (p. 303). Dans le cirque de la Dent de Vaulion, situé plus au nord, sur le flanc occidental de la chaîne, des affleurements de l'argile d'Oxford sont suivis par ceux du cornbrash. La chaîne du Risoux (1423 mètres), placée entre les Rousses et Morez, met aussi au jour l'étage d'Oxford et le groupe inférieur.

Malgré l'existence de représentants, plus ou moins bien caractérisés, du groupe oolithique supérieur, MM. Studer et Escher ont, comme on l'a déjà dit, indiqué sur leur grande carte géologique de la Suisse, et d'une manière continue, le groupe moyen J^3, immédiatement recouvert par les assises néocomiennes ou par d'autres couches crétacées, depuis Bienne jusqu'au Vouache, au delà du Rhône. Un peu à l'ouest ou au nord-ouest de cette bande étroite, la même

---

(1) *Mém. de la Soc. des sc. natur. de Neuchâtel*, vol. II, 1839. — Voy. de Buch, *Sur le vallon de Locle* (*Bull. Soc. Philom. de Paris*, nov. 1816).

(2) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 310.

teinte est affectée du signe complexe J^{3-4} marquant la réunion des deux groupes supérieurs. Sur la réduction de cette carte, publiée en 1855, les auteurs paraissent avoir représenté les deux premiers groupes par une seule teinte, affectée du signe J^3, avec la désignation laconique, mais trop peu explicite, de Jura supérieur (*Oberer Jura*). Sur la carte géologique de la France, au contraire, presque toute la bande qui borde la vallée suisse et comprend les hautes chaînes de Soleure au Vouache, est coloriée comme appartenant au groupe supérieur, et l'on n'observe le groupe moyen que çà et là, vers le fond de quelques vallées. A partir des environs de Soleure, au contraire, on ne voit plus au nord-est que ce même groupe moyen et d'autres plus anciens.

Canton de Vaud.

M. W. Roux (1) et M. Lardy (2) ont publié quelques observations sur le Chasseron, près de Sainte-Croix dans le canton de Vaud, et l'on doit à M. Campiche une carte géologique des environs de Sainte-Croix (3). M. Lardy (4) a donné de plus quelques détails sur la partie de la chaîne du Jura qui traverse ce même canton, et a fait remarquer qu'indépendamment du soulèvement général dirigé à peu près E.-N.-E., O.-S.-O., il y avait eu des soulèvements partiels qui ont donné lieu à des espèces de cratères, tels que ceux de la Dole et de Vallorbe. Dans cette région, l'auteur a reconnu, outre les étages de Portland et de Kimmeridge dont nous avons parlé, celui du coral-rag qui paraît être composé d'au moins deux assises : les *calcaires à Nérinées*, et les *calcaires coralliens*, reposant sur des équivalents de l'étage d'Oxford.

Savoie.

D'après ce que nous avons dit, nous ne considérons ici que les lambeaux jurassiques qui constituent en Savoie le mont Salève et ses appendices au sud, le mont Vouache avec les montagnes qui entourent le lac du Bourget. Le Salève, dont la disposition et la composition ont déjà été mentionnées à plusieurs reprises (*antè*, vol. II, p. 766, IV, p. 572, et dans le présent volume, p. 36), est formé à sa base par le coral-rag dans lequel M. Favre (5) distingue deux assises. La supérieure, qu'il nomme *oolithe corallienne* ou à *Dicérates*, com-

---

(1) *Bull. scient. de la bibl. univ. de Genève*, juillet 1847.
(2) *Journ. de la Soc. vaudoise d'utilité publique*, janv.-fév. 1846.
(3) *Verhandl. der Schweiz. naturf. Gesells. bis ihrer Jahrb. Versamm. zu Porrentruy*, 1853, p. 37.
(4) *Bull.*, 2e série, vol. I, p. 673, 1844.
(5) *Considérations géologiques sur le mont Salève*, in-4, 1843.

prend, vers le haut, des bancs avec des oolithes de diverses grosseurs, agglutinées par un ciment calcaire, oolithique lui-même. On y trouve beaucoup d'Astrées et d'autres polypiers, mais surtout des Dicérates et des Nérinées. Les carrières des environs de Monetier sont particulièrement favorables à l'étude de ces couches. Au-dessous est un calcaire à oolithes très fines, d'un aspect crayeux, quoique tenace, sonore sous le choc du marteau et se délitant en plaques. L'assise inférieure ou *calcaire corallien* est un calcaire d'un blanc pur, compacte, ou bien lamellaire et saccharoïde, quelquefois oolithique, surmonté de calcaires blanchâtres, jaunâtres, grisâtres, remplis de polypiers peu déterminables, avec des Térébratules, des Peignes, etc. Ces couches s'observent particulièrement au-dessus du Pas-de-l'Échelle. Le soulèvement de la montagne n'a pas été assez énergique pour faire affleurer le calcareous-grit à sa base.

Les Dicérates de la première assise ont été aussi l'objet d'un travail de M. A. Favre (1) ayant pour but de spécifier et de bien caractériser la Dicérate du mont Salève, déjà connue sous le nom de *D. Deluci*, Defr., et de la distinguer de la *D. arietina*, Lam., que nous avons vue caractériser le même étage dans tout l'est de la France. Mais l'auteur ne s'est pas borné à ces recherches de détails; considérant, à un point de vue général et théorique, cette montagne, à laquelle les études déjà anciennes de plusieurs naturalistes avaient donné quelque célébrité, il s'est attaché à constater les diverses révolutions qu'a éprouvées le sol des environs de Genève, et il est arrivé à des conclusions que nous reproduirons, parce qu'elles peuvent servir à relier ce que nous avons dit précédemment aux faits que nous venons de rappeler.

Après les dépôts jurassiques, un premier soulèvement produisit une colline sous-marine dans la mer néocomienne, dont le rivage s'étendait jusqu'à Bienne, et dont le fond s'élevait seulement du N. au S. pendant que se précipitaient les sédiments ferrugineux (sidérolithi-

---

(1) *Mém. Soc. de phys. et d'hist. natur. de Genève*, vol. X, 1re partie, 5 planches, 1843. — Voyez aussi la coupe du grand Salève, entre Archamp et la Mure, passant par Croisette (Studer, *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 296). — M. Mortillet signale dans l'assise inférieure, outre des *Cardium*, *Pecten*, *Avicula*, les *Terebratula insignis*, Schubl., *bucculenta*, Sow., *Astieriana*, d'Orb., (*Prodrome de la géologie de la Savoie*, p. 26, in-4, Annecy, 1855).

ques) et les calcaires à *Chama ammonia*. A la suite d'un second mouvement, le Salève s'élève en formant une voûte au-dessus du niveau de la mer. Les sédiments ferrugineux continuent, la montagne devient une île habitée par des pachydermes et recouverte d'une végétation tropicale que caractérisent les *Chamærops*. Au commencement de cette période tertiaire, la mollasse rouge se dépose à son tour en couches horizontales et plus ou moins dénudées ensuite; elle reçoit dans ses dépressions la mollasse d'eau douce que recouvre après, sur certains points, le grès marin. A la suite d'un troisième soulèvement, le Salève et les collines de mollasse environnantes revêtent leurs formes actuelles. Pendant une quatrième période de tranquillité, la vallée offrait à peu près la disposition que l'on voit aujourd'hui, mais la surface en était plus inégale. Enfin après une quatrième perturbation l'alluvion ancienne (terrain quaternaire) remplit les dépressions qui séparaient les collines de mollasses et fut elle-même recouverte par les dépôts erratiques.

En comparant les trois soulèvements du Salève avec ceux de la partie nord du Jura suisse et même de chaînes fort éloignées, tel que le Caucase, M. Favre établit des rapports très probables entre ces phénomènes contemporains, et de plus que ces soulèvements se sont produits à des époques différentes suivant une même direction. Ce dernier point de vue, qu'une multitude de recherches ont confirmé depuis dans d'autres pays et pour d'autres terrains, repose sur une sorte de principe que l'on désigne par l'expression de *récurrence des soulèvements*.

Les époques de ces soulèvements, mises en regard de celles des montagnes dont l'âge est bien connu, font voir que le dernier exhaussement du Salève est contemporain du soulèvement des Alpes occidentales et qu'il se trouve à peu près dans la même direction. Mais le plus ancien, qui se rapporterait au soulèvement principal de la Côte-d'Or, n'affecte point la direction de ce dernier. Quant au second phénomène, qui pourrait être comparé indifféremment aux systèmes de soulèvement des Pyrénées ou de la Corse, sans qu'on puisse y reconnaître des rapports bien exacts, et sans qu'on y retrouve précisément aucune de leurs directions, il amène M. Favre à cette conclusion, contre-partie de la première, qu'il s'est produit dans l'écorce du globe des dislocations contemporaines non parallèles entre elles.

Les membres présents à la réunion de la Société géologique de

France à Chambéry (1) ont fait une coupe du Mont-du-Chat, sur la rive occidentale du lac du Bourget. Les couches presque verticales qui succèdent au groupe néocomien et forment l'axe de la montagne sont : d'abord un calcaire blanc, compacte, sans fossiles déterminables, puis un calcaire blanc avec des oolithes pisaires blanches et un autre calcaire blanc, compacte, renfermant des Nérinées avec une grande quantité de polypiers. Les couches plongent de 60° à l'E. et courent N. 20° E. Un peu avant le col, une masse non stratifiée de dolomie grenue succède à ces calcaires. Elle est tantôt blanche, tantôt jaune, et prend l'aspect d'un grès. Sur le revers occidental de la montagne, cette dolomie recouvre un calcaire jaunâtre, d'abord un peu marneux, qui le devient bientôt davantage, de teinte bleuâtre, en lits minces, plissés en zigzags jusqu'à trente fois dans l'étendue que parcourt la route. Après ce calcaire marneux de l'Oxford-clay viennent des marnes feuilletées, puis un calcaire gris blanc avec du fer oolithique subordonné, rempli de fossiles et représentant la base du groupe moyen. Ce calcaire, qui ne tarde pas à prendre un aspect plus marneux, recouvre à son tour un calcaire très solide, avec des débris de crinoïdes et appartenant au troisième groupe. Dans cette coupe, le second étage néocomien (étage à Caprotines ou à *Chama ammonia*) est représenté butant directement contre l'Oxford-clay d'une manière assez difficile à comprendre, même en supposant qu'une énorme faille l'ait abaissé.

Le minerai de fer du Mont-du-Chat se voit sur plusieurs points du revers occidental de la montagne, à Billeme, à Lucey et à Chanaz, où il est exploité. Entre ces deux dernières localités, suivant la carte géologique de la France, le groupe moyen forme une bande étroite comprise entre le supérieur, à l'est, et l'inférieur, qui borde, à l'ouest, la rive droite du Rhône. D'Yenne à Balme, on traverse les calcaires blancs du coral-rag, et les bancs situés près du pont de Pierre-Châtel renferment une grande quantité de chailles et de boules de silex blanc laiteux. A Lucey, les calcaires et les marnes du groupe inférieur sont recouverts par l'oolithe ferrugineuse, très fossilifère, de la base du second, et la route, de ce village à Chanaz, est constamment tracée sur les marnes de l'Oxford-clay. Le minerai de Chanaz est rempli de débris organiques bien conservés.

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. I, p. 737, pl. 11. fig. 3, 1844. — Billiet, *Sur les environs de Chambéry* (*Mém. Soc. Acad. de Savoie*, vol. I, p. 135).

Sir R. Murchison (1) a donné une coupe transversale du Mont-du-Chat qui diffère essentiellement de la précédente dans sa partie occidentale, quoique prise suivant la même ligne ou le long de la route. La cime de la montagne est, à ce qu'il semble, formée par le coral-rag et la dolomie, puis viennent, vers l'O. ou au-dessous, des schistes et des calcaires plissés, représentant le calcareous-grit inférieur et l'Oxford-clay avec les fossiles de sa base, et dont les couches paraissent tracer une voûte. Toute la série est ici concordante, et rien ne rappelle la singulière disposition indiquée dans la coupe de la Société géologique.

De son côté, M. Studer (2) a tracé un profil plus oblique, dirigé N.-N.-O., S.-S.-E., de Chanaz au village des Déserts, passant par le lac du Bourget et Aix pour aboutir à la Dent-de-Nivolet, et dans lequel on observe la même régularité que dans celui de M. Murchison. On y trouve plus de détails, car le savant géologue suisse indique, au-dessous du groupe néocomien du versant oriental du Mont-du-Chat et se succédant régulièrement jusqu'à Chanaz: 1° des calcaires blancs compactes ou à grosses oolithes avec des Nérinées et de nombreux polypiers; 2° la dolomie blanche ou jaune, semblable à un grès à grain fin; 3° un calcaire jaune et un grès avec chailles (calcareous-grit inférieur); 4° des couches à spongiaires; 5° les marnes d'Oxford grises, schisteuses, avec quelques Térébratules; 6° le minerai de fer (sous-étage de Kelloway); 7° enfin le groupe oolithique inférieur, à Chanaz.

M. G. Mortillet (3) mentionne aussi cette coupe et divise les assises, qui dans les bassins du Rhône et du Bourget succèdent à la dolomie, en calcaire jaunâtre avec chailles (la Balme, près Yenne), en calcaire marneux gris bleuâtre, et en calcaire gris blanc très compacte (Lemenc, près de Chambéry, les Voirons). Au-dessous, l'assise ferrugineuse, de 1 mètre d'épaisseur, lui a présenté les fossiles suivants : *Dysaster analis*, Ag., *D. ellipticus*, id., *Pholadomya crassa*, id., *Terebratula bicanaliculata*, Schloth.. *Actæon sabaudianus*, d'Orb., *Belemnites hastatus*, Blainv., *Nautilus hexagonus*, Sow., et les *Ammonites tatricus*, Pusch, *Bakeriæ*, Sow,. *lunula*,

---

(1) *On the structure of the Alps*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 181, 1848).

(2) *Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 105, 140, 1851.

(3) *Prodr. de la géol. de la Savoie*, p. 26, in-4, Annecy, 1855. — Voyez aussi A. Mousson, *Bemerkungen*. etc. (*Nouv. mém. de la Soc. helvét. des sc. natur.*, vol. VIII, 1847).

Ziet., *anceps*, Rein., *coronatus*, Brug., *Jason*, Ziet., *lenticularis*, Phill., *funiferus*, id., *macrocephalus*, Schloth., *hecticus*, Hartm., *Herveyi*, Sow., *cristagalli*, d'Orb.; *Hommairei*, id., *sabaudianus*, d'Orb., *bullatus*, id. Nous retrouvons ici, comme dans l'ouest de la France, trois ou quatre espèces d'Ammonites qui avaient déjà paru vers la fin du troisième groupe. Sur d'autres points ce sous-étage de Kelloway se confond avec l'Oxford-clay. L'*Ammonites tripartitus*, Rasp., qui semble aussi caractériser cet horizon dans les Alpes, a été fréquemment observé dans le Chablais, à Bellevaux et au delà de Meillerie, aux deux extrémités de la province.

Résumé. Ainsi que nous le disions en commençant cette section, le groupe oolithique moyen forme à lui seul la plus grande partie de la surface qu'occupent les chaînes du Jura entre le Rhin et le Rhône. Les deux étages qui le constituent se maintiennent dans toute cette étendue avec des caractères constants; ils forment partout les massifs montagneux et les crêtes les plus élevées, et l'orographie générale du pays, comme la plupart de ses accidents particuliers, leur doit leurs principaux caractères. Leur puissance cependant ne paraît jamais être très considérable, puisque nous ne la voyons nulle part dépasser 100 mètres pour chacun d'eux.

Les sous-divisions que nous avions reconnues dans le Jura français s'y présentent avec les mêmes caractères et plus ou moins constamment; cependant il reste encore à préciser, sur beaucoup de points, leurs limites stratigraphiques et géographiques en se conformant à un mode de recherches plus large et à une classification à la fois plus simple et plus uniforme que celle qu'ont employée plusieurs géologues. L'harmonie ou l'unité d'une méthode plus serrée dans la description des couches que comprend cette section semble manquer encore à la science. Mais les matériaux sont déjà si nombreux que cette tâche sera sans doute entreprise bientôt et exécutée avec tout le soin qu'elle mérite.

§ 4. — Groupe oolithique inférieur.

Observations générales. Si les cartes géologiques de la France et de la Suisse diffèrent dans le Jura quant à la distribution des deux groupes oolithiques supérieurs, il n'en est pas de même pour celle de l'inférieur, l'adjonction du Kelloway-rock faite par MM. Studer et Escher n'apportant pas de différences bien sensibles dans les contours de ce dernier.

Un coup d'œil jeté sur l'une ou l'autre de ces cartes montre que

le long du bord interne de l'arc jurassique, qui limite au N.-O. la vallée suisse, aucune trace du groupe inférieur ne se montre depuis Wiedlisbach, au nord-est de Soleure, jusqu'à Chanaz, sur la rive gauche du Rhône. Dans la portion moyenne de cette large zone, qui comprend au nord-ouest les départements français du Doubs, du Jura et de l'Ain, c'est-à-dire entre Saint-Cergues et Pontarlier, aucun affleurement du groupe inférieur ne se fait remarquer. Mais, si de ces points on se dirige, d'une part, au N.-E., vers la plaine du Rhin, et au S.-O., vers celle de la Bresse, on voit les surfaces occupées par ce groupe d'abord très restreintes, isolées, fort éloignées les unes des autres, toujours allongées dans le sens même de la chaîne, devenir de plus en plus nombreuses, étendues, rapprochées, et finir par dominer tout à fait au nord-est, entre le cours inférieur de l'Aar et du Rhin, comme au sud-sud-ouest, de Salins à la vallée du Rhône.

On peut donc considérer les deux groupes supérieurs comme occupant presque exclusivement un vaste triangle curviligne, dont les angles seraient situés aux environs de Soleure, d'Ornans et du fort de l'Écluse, et à l'intérieur duquel n'apparaîtraient les dépôts oolithiques inférieurs que dans une portion de sa région nord. Mais il est complétement circonscrit au nord-ouest par ces mêmes dépôts, dont nous avons expliqué précédemment la disposition sur le périmètre du bassin de la Saône. Nous nous bornerons presque exclusivement, dans ce qui suit, à décrire la partie nord-est du Jura, puisque, à mesure que nous descendrons au S.-O. leurs affleurements en Suisse, par suite de brisures et de soulèvements, deviendront de plus en plus rares.

Dans la partie méridionale du Jura suisse, dit en effet M. Studer (1), le groupe inférieur ne se montre que rarement sur le sommet des montagnes à voûtes disjointes ou dans quelques gorges profondes. Dans le canton de Berne, il est déjà plus développé; puis il augmente d'importance à mesure qu'on se rapproche du Rhin, pour dominer de nouveau, comme à l'ouest de la chaîne, dans les cantons de Bâle et d'Argovie. A Aarau, cependant, il est moins épais à cause de l'absence du calcaire de l'oolithe inférieure (*Hauptrogenstein*). Dans cette localité, son épaisseur ne serait que de 10 mètres; au Randen, près de Schaffhausen, de 20; et dans la

(1) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 253, 1853.

teinte rouge de ses roches on y ferait à peine attention à côté de la puissance dix fois plus considérable du groupe moyen.

Nous caractériserons d'abord, avec M. Studer (1), les divers étages tels qu'il les admet, et nous en reprendrons ensuite la description, en continuant à marcher du N.-E. au S.-O. Ce géologue limite, comme nous, la base du groupe par rapport au lias, et, sous le nom de *Jura inférieur* (*Unterer Jura*), comprend, abstraction faite du Kelloway-rock, la série suivante :

3e groupe oolithique	Cornbrash (dalle nacrée).	
	Forest-marble, Bradford-clay et grande oolithe (*Oberer Rogenstein*).	
	Fuller's-earth (*Vesulmergel*).	
	Oolithe inférieure.	Calcaire à Entroques (*Hauptrogenstein*).
		Oolithe ferrugineuse (*Eisenoolith*).

Le *cornbrash*, désigné par quelques géologues du pays sous le nom de *dalle nacrée*, se compose de calcaires brun pâle et jaune clair, compactes ou grenus, avec des parties spathiques miroitantes, quelques oolithes disséminées ou bien agglomérées par places. La roche se délite facilement en plaques minces, devient accidentellement siliceuse et passe à un quartz résinite ou à un quartz celluleux rempli d'oxyde de fer. Elle est exploitée pour les constructions ou pour couvrir les habitations. Les fossiles sont généralement mal conservés. La *Pleuromya decurtata*, Ag., y est signalée avec les espèces que nous avons indiquées au même niveau dans le département de la Haute-Saône (*antè* vol. VI, p. 665).

Nous réunissons, sous la triple dénomination de *forest-marble*, *Bradford-clay* et *grande oolithe*, sans qu'il nous soit encore possible d'y distinguer des sous-divisions bien tranchées, une série de calcaires oolithiques mélangés de débris organiques, gris clair ou blanc sale, tachetés de rose ou de bleu, renfermant peu de fossiles mal conservés. Dans le canton de Bâle, ce sont des alternances de marnes et de calcaires oolithiques. On a vu quels étaient les débris organiques des couches parallèles dans les départements de la Haute-Saône et du Jura. M. Agassiz y cite la *Mactromya brevis*, la *Gresslya zonata* et la *Ceromya plicata*. Peut-être l'*Avicula ornata*, Gold., le *Pecten subtextorius*, id., et le *P. vimineus*, Sow., signalés par M. Mérian, appartiennent-ils aussi à ce niveau ?

Le *fuller's earth* comprend des marnes gris jaunâtre ou bleues, ou bien un calcaire marneux, quelquefois oolithique, souvent à l'état

(1) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 240, 1853.

de lumachelle par l'abondance des Huîtres, des Térébratules, des Myes et des échinides. Dans le canton de Bâle, cet étage est caractérisé par l'*Holectypus depressus*, Ag.; dans celui de Berne, l'*Ostrea acuminata* est remplacée par une Huître, rapportée à l'*O. Knorri*, mais qui est peut-être l'*O. costata*, Sow. Ailleurs, les *Terebratula concinna* et *varians* sont particulièrement répandues. Son épaisseur, de 3 à 6 mètres, n'est jamais considérable. M. Studer y cite 35 espèces, dont une moitié se retrouverait dans l'oolithe inférieure, et l'autre dans la grande oolithe. Nous les avons, d'ailleurs, mentionnées pour la plupart dans le même étage aux environs de Salins (*antè* vol. VI, p. 672). Lorsque ces marnes viennent à manquer, il est difficile de séparer les calcaires précédents de l'oolithe inférieure.

L'*oolithe inférieure*, comme dans le département du Doubs, se divise en deux sous-étages. Le plus élevé, qui correspondrait au *calcaire à Entroques* de la Bourgogne, est composé de calcaires gris brun, ou gris jaunâtre, quelquefois tachés de bleu foncé, compactes, avec des oolithes qui se fondent dans la pâte. Sa cassure est inégale et son grain grossier. Quelques couches sont formées de débris de crinoïdes, d'autres de restes organiques provenant de diverses classes, et passent à une lumachelle. En général, les fossiles sont rares et mal conservés. Ce sous-étage, si développé dans la partie occidentale du Jura, ne se continue pas en Suisse avec une égale importance, et paraît même manquer déjà au Staffeleck, près d'Aarau; de sorte que le fuller's earth repose sur l'oolithe ferrugineuse. Déjà aussi le sous-étage supérieur ou *calcaire à polypiers* de la Franche-Comté et du département du Jura avait disparu avant de pénétrer sur le territoire suisse. Les fossiles provenant de ce sous-étage sont, d'après M. Studer: *Isocrinus Andreæ*, Des., *Pecten personatus*, Gold., *P. disciformis*, id., *P. cingulatus*, id.. *Lima tenuistriata*, id., *L. pectinoides*, Sow., *L. proboscidea*, id., *Avicula Munsteri*, Bronn, *A. tegulata*, Gold., *Lucina lyrata*, Ziet., *Mytilus plicatus*, Sow., *M. cuneatus*, d'Orb., *Turbo ornatus*, Sow., *T. quadricinctus*, Ziet., *Pleurotomaria ornata*, Defr., *Ammonites Parkinsoni*, Sow.

L'*oolithe ferrugineuse* offre des bancs minces de calcaire rouge brun, tacheté de bleu foncé, et de marnes sableuses avec du fer oolithique. A la base, ces couches se confondent avec les marnes supérieures du lias, et leur épaisseur moyenne est de 8 mètres. Des 31 espèces citées par M. Studer, 7 se trouvant ordinairement à la partie inférieure de l'étage d'Oxford, et 12 dans celui

de la grande oolithe, on pourrait douter de l'exactitude de plusieurs déterminations dues à M. Mérian ou bien de celle du gisement. Les espèces suivantes, examinées par M. Brunner, appartiennent plus généralement à l'oolithe inférieure. Ce sont les *Ammonites Blagdeni*, Sow., *Humphriesianus*, id., *Deslongchampsii*, d'Orb., *Sauzei*, id., *Brongniarti*, Sow., *Parkinsoni*, id., *arbustigerus*, d'Orb., *subbakeriæ*, id.

Cette réflexion de M. Studer, que toutes les espèces d'un horizon ne cessent point en même temps, mais qu'au contraire certaines d'entre elles continuent à vivre, tandis que d'autres ont disparu, et que, par suite, les faunes se modifient successivement, cette réflexion, disons-nous, est parfaitement juste, et le principe qui en découle eût pu même être admis *à priori*, si des idées systématiques, résultat d'études superficielles étayées de l'autorité, mal interprétée, de quelques noms célèbres, n'avaient trop longtemps fait prévaloir l'opinion contraire en empêchant la vérité de se faire jour.

Canton de Schaffhausen.

Le groupe inférieur, désigné sur la carte de MM. Studer et Escher par l'expression de *Jura inférieur* J^2, ne présente, dans le canton de Schaffhausen, que deux bandes étroites, flexueuses : l'une au nord, comprise entre le groupe moyen et le lias, depuis Löhningen, et se continuant dans le duché de Bade; l'autre au sud-ouest, resserrée entre le groupe moyen et les dépôts quaternaires de la vallée du Rhin. Dans la coupe du Randen, que nous avons déjà citée, d'après MM. Laffon et Studer (*antè* p. 38), le lias est surmonté par le troisième groupe oolithique (Jura brun) formant le pied de la montagne, et le plus ordinairement recouvert d'éboulis.

Canton d'Argovie.

M. Gressly (1) a donné quelques détails sur les couches du troisième groupe dans le nord-ouest du canton d'Argovie, où il signale des calcaires ordinairement oolithiques, à grain plus ou moins fin, jaune blanchâtre (*Rogenstein*), ressemblant aux calcaires oolithiques avec polypiers du canton de Berne. Les fossiles sont particulièrement le *Discoidea depressa*, Ag., le *Clypeus Hugii*, id., l'*Hyboclypus gibberulus*, id., le *Dysaster analis*, id., un *Pygurus*, la *Trigonia cordata*, la *Lima gibbosa*, Sow., des céphalopodes, et, par places, des Cyclolites et des *Agaricia*. A la base est une oolithe ferrugineuse. Très marneuse au Staffeleck (Staffelegg), près d'Aarau, elle y renferme des *Scyphia*, des crinoïdes, des échinides, des arcacées et des ostracées, qui rappellent certaines formes du second groupe.

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 153.

Dans le profil de Birmenstorf à Gebenstorf (1), on voit les assises très redressées de ce groupe, comprises entre celles du deuxième et du quatrième. Sur le versant de la hauteur de Möhnthal, du côté d'Hottwyl, M. Mousson a trouvé, au-dessous de l'Oxford-clay, un calcaire lumachelle rouge brun, avec *Terebratula varians*, des couches friables se divisant en plaques, des bancs d'oolithe ferrugineuse qui se désagrégent facilement et renferment les fossiles de l'oolithe inférieure; enfin des calcaires sableux avec des empreintes qui paraissent provenir de végétaux. Cette dernière assise semble faire le passage au lias très développé dans les environs de Gansingen, d'Hottwyl et de Mondach.

(P. 334.) Dans la coupe d'Aarau à Oeschgen, des plissements assez compliqués font affleurer le troisième groupe à plusieurs reprises. Lorsqu'on monte de Küttigen au Staffeleck, on marche d'abord sur les marnes de l'Oxford-clay, peu développées, auxquelles succèdent des couches rapportées au forest-marble, qui s'élèvent contre l'arête du Homberg, puis des marnes noires à grains oolithiques, semblables à de la poudre à canon, et dépendant du fuller's earth, enfin le lias qui forme le versant sud de la montagne et une partie du versant opposé. Dans le profil du Wasserfluh (p. 333), la grande oolithe et le fuller's earth constituent une partie des montagnes, et semblent reposer sur le lias : du moins la coupe n'indique-t-elle point l'oolithe inférieure. Les profils d'Aarburg à Läufelfingen, passant par Born et Hauenstein (p. 330), de Rotris à Goldenthal (p. 327), et de Matzendorf à Wiedlisbach montrent, dans toutes les dislocations, les rapports stratigraphiques du troisième groupe, mais nous instruisent peu sur ses caractères pétrographiques, ses modifications, son épaisseur, la constance de ses subdivisions et les fossiles qui les caractérisent.

Canton de Soleure.

Sous la désignation de *calcaire lumachelle* et *marnes à Ostrea acuminata*, M. Gressly (2) comprend, dans le canton de Soleure, le cornbrash, le forest-marble, la grande oolithe et le fuller's earth, tels qu'ils ont été décrits par Thurmann. La liste des fossiles, ne renfermant qu'un petit nombre d'espèces déterminées, sans distinction d'étages, ne nous est d'aucune utilité pour classer ceux-ci, ou pour nous permettre d'apprécier l'exactitude probable de leur synchronisme. Le même auteur comprend, sous le titre de *calcaire compacte* et

(1) Studer, *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 338.

(2) *Observations géologiques sur le Jura soleurois* (*Nouv. mém. de la Soc. helvét. des sc. natur.*, vol. II, p. 74, 1838).

sub-compacte, ou *dogger*, des calcaires que nous avons déjà vus surmonter l'oolithe ferrugineuse et tenir ici la place, soit du calcaire à Entroques de la Bourgogne, soit des calcaires avec polypiers de la Franche-Comté. Prolongement de ceux que nous trouverons dans le Porrentruy, ils constituent des bancs épais de calcaires oolithiques compactes ou sub-compactes, passant à la lumachelle. Les oolithes blanchâtres, ou jaunâtres, très-fines, rarement cannabines, sont souvent bien liées à la pâte jaune grisâtre, blanchâtre, à cassure conchoïde. La roche est tantôt fissile, tantôt massive. Son épaisseur varie de 20 à 30, 40, et même 60 mètres, suivant qu'on s'approche davantage des anciennes côtes. Les débris de polypiers, d'échinodermes et de coquilles en font, parfois, une véritable lumachelle. Les polypiers, plus fréquents aux environs de Bâle et vers la frontière de la France, justifieraient le rapprochement que nous avons indiqué.

En mettant son *grès supraliasique* avec l'oolithe inférieure à la base de son *second groupe jurassique* ou *oolithique*, M. Gressly nous semble d'abord avoir fait une réunion peu justifiée par la nature des choses, et que ni Thurmann, ni M. Studer n'ont imitée, et ensuite s'être complétement mépris sur les vrais rapports de cette assise arénacée avec les *marly sandstone* d'Angleterre, placé sous les marnes supérieures du lias. L'auteur, ne citant, d'ailleurs, aucune espèce fossile bien caractérisée dans ce grès, nous croyons devoir le regarder encore comme une dépendance du troisième groupe, se liant, ainsi qu'il le dit lui-même, avec la couche d'oolithes ferrugineuses qui le recouvre. Quoi qu'il en soit, la série des assises, dans le canton de Soleure, serait semblable à celle que nous trouverons dans le Porrentruy, et cette oolithe ferrugineuse n'est que le prolongement du même banc qu'on observe dans ce dernier pays. Elle y renferme également de nombreux fossiles, dont les associations varient suivant les localités. Les mollusques acéphales et gastéropodes dominent dans les parties présumées avoir formé un ancien rivage; les Ammonites et les Bélemnites dans celles qui en seraient plus éloignées. Les genres de ces fossiles sont presque seuls cités, à l'exception de deux Ammonites, qui ont été probablement mal déterminées, ou qui ne provenaient pas originairement de cette assise.

Les divers profils et les coupes que donne M. Gressly de la chaîne du Weissenstein, de Mümmliswyl, du Passwang et du Mont-Terrible, représentent bien la disposition en masse des quatre groupes de la formation dans cette partie du Jura; mais ils sont insuffisants

pour faire connaître la composition intime de chacun d'eux, et le texte du Mémoire, quoique fort étendu, nous laisse aussi beaucoup à désirer à cet égard. Les *sections explicatives d'un relief géologique d'une partie de la Suisse*, qui partent toutes cinq du Mont-Terrible, sont tracées avec plus de soin que les précédentes, sans être cependant encore complètes au point de vue que nous venons d'indiquer.

Canton de Bâle.

Dans le canton de Bâle, M. P. Mérian (1) aurait reconnu le cornbrash (*alterer Rogenstein*); mais le forest-marble y serait douteux, ainsi que la grande oolithe et le fuller's earth, tandis que les calcaires de l'oolithe inférieure (*alterer Rogenstein, dichte Abänderung* ou *dichte Abänderung des altern Rogenstein*) et l'oolithe ferrugineuse (*Eisenrogenstein*) y sont assez développés. Le groupe occupe particulièrement tous les plateaux que comprend le bassin de l'Ergolz et de ses affluents, dont le fond des vallées appartient au lias. Une bande assez considérable, partant de Grellingen et de Duggingen, dans la vallée de la Birs, s'étend à l'ouest en traçant un arc de cercle jusqu'à la frontière de la France et forme le Blauenberg.

Canton de Berne.

On a vu (*antè*, p. 46) comment Thurmann avait divisé le troisième groupe aux environs de Porrentruy, et la coupe que nous avons reproduite s'observe le long du chemin de Saint-Ursanne aux pâtures de la Croix. Les caractères généraux du cornbrash, tels que nous les avons déjà donnés, sont constants dans cette partie nord du canton de Berne, où cet étage forme un bon horizon succédant à l'Oxford-clay. Vers le bas, les oolithes disparaissent insensiblement; la pâte de la roche est moins spathique, et, avant de passer à l'étage suivant, elle devient terreuse ou sableuse, avec des teintes rougeâtres, violâtres, grises, jaunes, ocracées, etc.

Le représentant du forest-marble et du Bradford-clay, ou le *calcaire roux sableux* de Thurmann, est un calcaire d'une teinte roussâtre, sub-spathique, avec des grains de sable très fins. Il est peu solide; sa cassure inégale est raboteuse; sa teinte jaunâtre, dominante, passe au gris rougeâtre, au rouge vif, au violâtre ou au bleuâtre. Des marnes jaunâtres, quelquefois bleues, sableuses, ferrugineuses, ou bien pures et onctueuses, alternent avec les bancs calcaires. Les fossiles nombreux sont mal conservés. Au reste, rien n'est plus variable ni plus difficile à comprendre dans une descrip-

(1) *Geognost. Durchschnitt*, etc., p. 47, 1829.

tion, dit l'auteur, que les détails de cette division. Mais, ce qui en fait le caractère dominant, c'est un ensemble de calcaires sableux, roussâtres, alternant vers le bas avec quelques couches marneuses. Elle se lie, en outre, intimement avec celle qui la précède et celle qui la suit.

L'équivalent de la grande oolithe est un calcaire compacte ou sub-spathique, à oolithes miliaires, rarement cannabines, égales, se détachant facilement de la pâte, de teintes blanc sale, sub-rosâtre, blanche, etc. Les bancs sont peu épais, souvent bleus à l'intérieur, affectant une fausse stratification, et d'une épaisseur totale de 5 à 6 mètres. Les fossiles, peu nombreux, sont restés indéterminés. Les couches inférieures deviennent grumeleuses, se désagrégent facilement et passent à la marne sous-jacente.

Le fuller's earth ou marne gris jaunâtre, parfois bleuâtre, rude ou onctueuse au toucher, peu homogène, très effervescente, alterne irrégulièrement avec des calcaires marneux, grumeleux, de même teinte et souvent remplis de fossiles. Son épaisseur est de 3 à 4 mètres. Les fossiles, parmi lesquels dominent l'*Ostrea acuminata*, seraient, suivant Thurmann, à peu près les mêmes que ceux du forest-marble. Ordinairement recouvert par la végétation, cet étage est difficile à étudier, et peut être confondu avec la base du forest-marble lorsque la grande oolithe s'amincit ou manque même tout à fait, comme cela a lieu quelquefois.

Ainsi qu'on l'a dit, l'oolithe inférieure est ici divisée en deux sous-étages, dont le plus élevé est désigné par l'auteur sous le nom d'*oolithe sub-compacte*. C'est, en effet, un calcaire compacte, accidentellement sub-spathique, enveloppant des oolithes miliaires, rarement cannabines et peu nombreuses. La roche, à cassure conchoïde, est assez dure, de teinte grise, quelquefois rose avec des taches bleues. Les bancs ont souvent plusieurs mètres d'épaisseur, et réunis ils atteignent de 35 à 40 mètres, ou moins dans beaucoup de cas. Les fossiles, peu abondants, peu déterminables, sont parfois à l'état siliceux. Des polypiers, devenus saccharoïdes, rappellent l'horizon du calcaire à polypiers du Jura français. Les roches de cette sous-division paraissent conserver une grande constance dans leurs caractères. Les oolithes, plus ou moins abondantes, la font ressembler souvent à la grande oolithe. Lorsqu'elles disparaissent, on a un calcaire compacte gris clair, homogène, à cassure conchoïde, analogue au Portland-stone. Vers le bas, les parties ferrugineuses, les bancs moins réguliers et moins épais, la présence de lamelles spathiques et de frag-

ments de fossiles, font passer la roche à la seconde sous-division ou oolithe ferrugineuse.

Cette dernière est un calcaire sub-spathique, grisâtre, enveloppant des oolithes ferrugineuses miliaires, égales, à reflet métallique cuivreux, tantôt isolées, tantôt intimement liées à la pâte. La teinte est souvent d'un roux foncé dans la cassure, avec de grandes taches bleu-noirâtre foncé. Ces caractères sont, d'ailleurs, très variables, mais la variété avec oolithes ferrugineuses est la plus caractéristique de ce niveau, dont les couches les plus basses passent aux marnes sableuses supérieures du lias et au grès qui les accompagne. L'épaisseur totale de ce sous-étage est de 6 à 7 mètres dans cette coupe du Mont-Terrible à la base des roches de Cornol. Parmi les fossiles que cite Thurmann, et qui paraissent avoir été assez vaguement déterminés (*Avicula braamburiensis*, Phill., *A. echinata*, Sow., *Pecten paradoxus*, Munst., *P. striatus*, Sow., *Plagiostoma duplicata*, id., des *Pentacrinus*, etc.), nous trouvons mentionnés les *Ammonites Stokesi* et *falcifer*, peut-être par suite de quelque erreur de gisement ou de détermination.

Dans les coupes des planches II, III et V de son *Premier cahier*, Thurmann a représenté par une teinte, avec l'épithète laconique de *oolithique*, tous les étages de ce groupe; et il en est de même de la planche de coupes jointe à son *Second cahier*, ainsi que sur la carte géologique qui l'accompagne. Mais, dans les coupes de la pl. IV, consacrées aux principaux accidents orographiques et stratigraphiques du Mont-Terrible, les 6 divisions qui viennent d'être caractérisées sont indiquées avec soin par les chiffres 6 à 11. Sur la carte que nous venons de rappeler, et qui est l'expression graphique la plus exacte des travaux de l'auteur, la position du troisième groupe dans l'axe de toutes les chaînes dont le soulèvement n'a pas fait affleurer le lias, et toujours circonscrit par une première ceinture de l'Oxford-clay, limitée à son tour par des crêtes et de vastes plans inclinés du coral-rag; cette position, disons-nous, est exposée avec une clarté parfaite depuis Porrentruy jusqu'à la vallée de l'Aar. Dans la portion nord de la carte, suivant la direction du Mont-Terrible, ce groupe s'ouvre lui-même pour laisser affleurer le lias, qu'il circonscrit également ; il est donc difficile de se rendre compte pourquoi, quinze ans après, l'auteur (1) a repré-

(1) *Esquisse orographique de la chaîne du Jura*, 1re partie, in-4, 1852.

senté, par une même teinte, l'Oxford-clay et ce troisième groupe, méconnaissant ainsi, non-seulement toutes les distinctions géologiques, mais encore les caractères orographiques auxquels nous l'avons déjà vu sacrifier les données stratigraphiques ordinaires. Dans les planches de coupes, l'Oxford-clay a cependant été distingué du groupe suivant.

Les nombreuses coupes du Jura, que M. Studer a insérées dans sa *Géologie de la Suisse*, représentent les groupes par masses, et le texte du livre donne rarement le détail de leur composition ; encore moins signale-t-il les fossiles propres à chaque sous-division, de sorte que nous devons nous en tenir aux généralités stratigraphiques que ces coupes expriment.

Dans celle de Combe de Pery-Plagne à Cornol, au pied du Mont-Terrible (p. 319), la première chaîne, élevée de 519 mètres, est formée par le groupe supérieur ou par le coral-rag ; une seconde, plus haute, laisse voir le groupe oolithique inférieur dans une dépression ; la troisième, le Monto, de 1331 mètres, présente un cirque également ouvert dans ce troisième groupe, et les diverses chaînes se réunissent dans le cirque de Bettlachberg, au fond duquel apparaissent le lias et les marnes irisées. Le noyau du Moron est composé de couches rapportées au Bradford-clay. Près de la chaîne des Rangiers se trouve la ferme de la Caquerelle, où abondent les fossiles du coral-rag, et l'arête du Mont-Gremay est formée de calcaire de l'oolithe inférieure. De ce point, lorsqu'on descend au fond du cirque du Mont-Terrible, on peut étudier toutes les assises jurassiques jusqu'aux marnes irisées. Les couches renversées, près de Cornol, expliquent pourquoi on a rencontré, dans un forage entrepris pour la recherche du sel, l'Oxford-clay au-dessous du muschelkalk. Un peu à l'ouest de Cornol, tout le système se présente dans son ordre naturel et plongeant au N.

Canton de Neuchâtel.

Comme on pouvait le prévoir, d'après ce que nous avons dit de la distribution générale des affleurements du troisième groupe, il ne constitue plus, à la surface du canton de Neuchâtel que des espèces de lanières plus ou moins allongées, complétement entourées par le second. Telles sont celles qui bordent le Chasseral, le mont d'Amin, le Larmont et d'autres petits lambeaux bien plus circonscrits au Chasseron, à Sainte-Croix, au Jougnenaz et à la Dent de Vaulion, le dernier que nous trouvions indiqué dans cette direction sur la carte de MM. Studer et Escher. La carte de M. de Montmollin (1)

(1) *Mém. Soc. d'hist. nat. de Neuchâtel*, vol. II, 1839.

représente aussi, par une seule teinte, le troisième groupe oolithique de ce pays.

Savoie.

Il ne se montre, dans la partie occidentale de la Savoie, qu'à l'extrémité du versant ouest du Mont-du-Chat, formant un lambeau compris entre la Savire, à son confluent avec le Rhône, près de Chanaz, et la rive gauche du fleuve au nord d'Yenne. La Société géologique de France (1) y a observé, au-dessous de l'Oxford-clay, après un calcaire marneux qui en dépend encore, mais qui fait le passage au groupe suivant, un calcaire très dur, à facettes miroitantes dues à des articulations de Pentacrines, et ressemblant beaucoup à la roche qui, dans une grande partie du Jura, constitue le représentant du cornbrash (dalle nacrée). Plus bas, vient un calcaire aussi très dur, avec de nombreux silex poreux, de formes variées. C'est a dernière assise que l'on puisse observer en cet endroit. A Lucey, des calcaires et des marnes du troisième groupe sont recouverts par l'oolithe ferrugineuse de la base de l'Oxford-clay.

La coupe des deux chaînes qui bordent le lac du Bourget (2) montre, suivant M. Studer, presque toute la série oolithique de cette partie du Jura. A Chanaz, au bord du Rhône, les couches qui succèdent à l'oolithe ferrugineuse sont des bancs calcaires épais, plongeant de 45° à l'E. et alternant avec des calcaires marneux jaunes et gris, remplis de *Terebratula spinosa*. Ils constituent en cet endroit une sorte de terrasse élevée d'à peu près 20 mètres au-dessus du village. M. G. Mortillet (3) signale, en outre, dans les calcaires gris, siliceux, compactes ou arénacés, situés entre Chanaz et Lucey, la *Lima proboscidea*, Sow., les *Ammonites Eudesianus*, d'Orb., *planula*, Hehl, *subradiatus*, Sow., *interruptus*, Brug., *biflexuosus*, d'Orb., et *polymorphus*, id.

Résumé.

Nous avons indiqué au commencement de cette section la distribution toute particulière qu'affectait le groupe oolithique inférieur dans les chaînes du Jura, entre le Rhin et le Rhône; il ne nous reste qu'à faire remarquer ici le faible développement vertical de ses étages qui, réunis, n'atteignent pas une épaisseur totale de 100 mètres. Parmi ces étages, c'est le plus ancien qui est le plus important et dont les caractères sont le plus prononcés. Il est sans aucun doute la continuation vers l'E. de celui que nous avons étu-

---

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. I, p. 737, 1844.
(2) *Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 405 et 440, 1851.
(3) *Prodrome de la géologie de la Savoie*, in-4, Annecy, 1855.

dié dans les départements du Jura, de la Haute-Saône et du Doubs. L'horizon du fuller's earth, quoique très réduit est assez reconnaissable encore, mais les représentants des calcaires schisteux de Stonesfield, de la grande oolithe, du Bradford-clay et du forest-marble sont rudimentaires ou tout à fait méconnaissables. L'assise calcaire, désignée dans le pays sous le nom de *dalle nacrée*, est parallèle au cornbrash ou du moins occupe sa position relativement à la base de l'Oxford-clay. Elle offre encore une ligne de repère assez nette ; mais jusqu'à présent les études paléontologiques détaillées, faites concurremment avec les études stratigraphiques, sont trop peu avancées pour qu'on puisse se prononcer sur le synchronisme ou la valeur réelle de telle ou telle division locale du troisième groupe dans les cantons de Neuchâtel, de Berne, de Bâle, de Soleure et d'Argovie.

§ 5. — Groupe du lias.

Observations générales.

La répartition du troisième groupe de la formation pouvait faire pressentir celle du quatrième ou du lias, surtout si l'on se rappelle ce que nous avons dit du mode d'affleurement des couches par la brisure et l'écartement des groupes supérieurs. A mesure que nous descendons dans la série on doit s'attendre à voir des surfaces découvertes de moins en moins considérables, et en effet les dépôts du trias sont plus restreints encore que ceux du lias.

Les lambeaux de ce dernier ne dépassent point au sud-ouest une ligne tirée de Porrentruy à Soleure, et ils deviennent d'autant plus étendus et plus nombreux qu'on se dirige de cette ligne vers la vallée du Rhin, dans l'espace compris entre l'Aar et ce fleuve. Si l'on faisait passer un plan par les points élevés de cette même surface, on aurait un vaste plan incliné au N. jusqu'au Rhin et se relevant constamment au S. jusqu'à la rive gauche de l'Aar, rivière à l'est de laquelle il se prolongerait encore par Baden et le Lägeren jusqu'à Dielsdorf.

Le grès inférieur du lias, ou notre quatrième étage, manque dans le Jura suisse, suivant M. Studer (1) ; mais les trois autres y sont assez bien caractérisés. Le plus élevé (*oberer Lias*) comprend les marnes supérieures sableuses, micacées. Il n'y a ni bancs ni rognons calcaires, mais les sphérosidérites sont fréquents. Les

(1) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 232, 1853.

marnes passent à un grès gris-brun alternant avec elles à leur partie supérieure. On y trouve des empreintes de plantes charbonnées et le *Pentacrinus basaltiformis*, Mill., le *Pecten acutiradiatus*, Munst., la *Trigonia costellata*, Ag., les *Belemnites acuarius*, Schloth., *tricanaliculatus*, Hartm., *exilis*, d'Orb., les *Ammonites Walcotii*, Sow., *solaris*, Ziet., *falcifer*, Sow., *concavus*, id., *communis*, id., *opalinus*, Rein., puis les espèces suivantes qui, ordinairement, en France, en Angleterre et probablement aussi en Suisse, existent dans l'oolithe inférieure et remontent même plus haut encore: *Terebratula ornithocephala*, Sow., *Cucullœa elongata*, Gold., *Trigonia tuberculata*, Ag., *Ammonites coronatus*, Schloth., *A. Blagdeni*, Sow., *A. corrugatus*, id., *A. læviusculus*, id., *A. subradiatus*, id., *A. Murchisonæ*, id.

Dans le second étage (*mittlerer Lias*), des bancs calcaires sont subordonnés aux marnes de sa partie inférieure, tandis que vers le haut sont des nodules déprimés de calcaire gris foncé ou de sphérosidérites avec des cristaux de pyrite et de sulfate de strontiane (au Staffeleck et à Vorburg, près de Delémont). Les fossiles y sont peu répandus. Comme pour les autres divisions de la formation M. Studer mentionne les espèces qui se trouvent dans le musée de Bâle, ce qui n'offre pas toutes les garanties suffisantes quant au gisement, et, pour le cas actuel, la garantie est encore moindre que pour les précédents, puisque dans la collection les espèces des deux premiers étages sont réunies, et que ce n'est qu'en consultant les listes générales données par des paléontologistes de France et d'Allemagne que l'auteur fait la part de chacun de ces étages.

Malgré cette incertitude de gisement, il n'est pas sans intérêt de retrouver dans cette région la plupart des espèces que nous avons vues caractériser le second étage dans le nord et le sud de la France comme en Angleterre: telles sont le *Pentacrinus basaltiformis*, Mill., l'*Avicula substriata*, Bronn,? la *Lima punctata*, Sow., les *Pecten corneus*, Gold. (*non* id. Sow.), et *æquivalvis*, Sow., la *Gryphœa cymbium*, Lam., les *Terebratula numismalis*, Lam., et *triplicata*, Quenst., le *Spirifer rostratus*, de Buch, les *Belemnites paxillosus*, Schloth., *Fournelianus*, d'Orb., *clavatus*, Blainv., *umbilicatus*, id., *niger*, List., les *Ammonites comptus*, Rein., *fimbriatus*, Sow., *Birchii*, id., *Davœi*, id., *planicosta*, id., *natrix*, Ziet., *Turneri*, Sow. Les localités les plus connues par l'abondance des restes organiques sont: Muttenz et Prattelen, Arisdorf, Sissach et Termiken. A Reikenbach M. Römiger cite encore dans ce

même étage les *Ammonites striatus*, Ziet., et *lineatus*, id., la *Terebratula rimosa*, de Buch, et le *Spirifer verrucosus*, id. L'épaisseur des deux premières divisions du lias, aux environs de Baden, serait de 20 mètres, suivant M. Mousson, et de 15 à 30 suivant M. Gressly.

(P. 233.) Le troisième étage (*unterer Lias*), celui des calcaires à Gryphées arquées, tout à fait semblable à ce que nous verrons dans l'Albe du Wurtemberg, devient dolomitique dans les vallées de Melingen et de Barschwyl. Il se compose de lits de marnes et de bancs calcaires foncés, de 0^{m},5 d'épaisseur, souvent sableux, gris clair, enveloppant des fossiles, ou quelquefois ferrugineux, noirâtres, bruns, rougeâtres, bitumineux. Son épaisseur est de 8 mètres dans le canton d'Argovie, de 4 à 6 dans ceux de Soleure et de Bâle. Les fossiles sont ceux que nous avons vus partout caractériser cet horizon. Les espèces provenant des environs de Bâle et qui se trouvent dans le musée de cette ville sont : *Pentacrinus crassus*, Des., *Cardinia sulcata*, Ag., *C. oblonga*, id., *Avicula inæquivalvis*, Sow., *Pinna Hartmanni*, Ziet., *Lima antiquata*, Gold., *L. gigantea*, Desh., *Pecten textorius*, Schloth., *Gryphæa arcuata*, Lam., *Terebratula vicinalis*, Schloth., *Spirifer Walcotii*, Sow., *S. tumidus*, de Buch, *Pleurotomaria anglica*, Sow., *P. polita*, Gold., *Nautilus intermedius*, Sow., *Belemnites acutus*, Mill., *Ammonites Bucklandi*, Sow., *A. rotiformis*, id., *A. Conybeari*, id., *A. Kridion*, Hehl, *A. multicostatus*, Sow., *A. colubratus*, Montf. Les localités où ces fossiles abondent le plus sont : Adelhausen et Muttenz, Asp près du Staffeleck et Gansingen.

La distribution de ces étages est conforme à celle des marnes irisées ; seulement ils ne forment jamais les arêtes des montagnes. On ne les observe, dit M. Studer (p. 238), que dans les vallées de dislocation et suivant trois lignes où le trias lui-même a été amené au jour.

Canton de Schaffhausen.

Dans le canton de Schaffhausen le lias forme une bande continue du N.-N.-E. au S.-S.-O., assez large, à bords sinueux, longeant la rive gauche de la Wutach, depuis Schwerzen jusqu'à Geisingen, sur la rive gauche du Danube, et comprise entre l'oolithe inférieure, à l'est, et les marnes irisées, à l'ouest (p. 343) (1). Au pied du Randen, montagne que nous avons déjà citée, règnent

(1) Voyez Mérian, *Karte des sudlichen Schwarzwaldes*, 1831, in *Uebersicht des sudl. Schwarzwaldes*.

les marnes noires et grises dont les fossiles indiquent qu'elles appartiennent aux deux étages supérieurs. On y trouve aussi, mais provenant probablement de couches plus basses, de grosses Ammonites de la section des *arietes*, la *Gryphæa arcuata*, et d'autres espèces du troisième étage. Beggingen est la localité principale où l'on trouve ces fossiles, et le lias y atteint sa plus grande épaisseur, qui est de 30 mètres.

Canton d'Argovie.

Les environs de Gansingen, d'Hottwyll et de Mandach présentent beaucoup de fossiles du calcaire à Gryphées arquées, et, plus au nord, les divers étages du trias sortent de dessous ses couches. M. Gressly (1) regarde comme peu précises encore les limites paléontologiques des dernières assises arénacées du lias, désignées à tort sous le nom de *marly-sandstone*, avec celles de l'oolithe inférieure ferrugineuse. Il mentionne au-dessous, dans la partie nord-ouest du canton d'Argovie, des marnes supérieures, des marnes schisteuses ou *lias moyen*, un calcaire à Bélemnites, bleu foncé, peu fossilifère, renfermant quelques débris de poissons, le calcaire à Gryphées arquées, très ferrugineux, avec des sphéroïdes également ferrugineux, en bancs séparés par une marne grise ou gris bleuâtre. L'abondance des débris organiques propres à ce niveau fait passer la roche à un conglomérat coquillier. Plus bas encore vient le grès inférieur du lias reposant directement sur les marnes irisées. Il est d'un jaune de miel, renferme quelques restes de plantes, et son épaisseur serait de 18 mètres à Laufenbourg. Il manque d'ailleurs sur divers points comme à Rheinfelden.

A Asp, près du Staffeleck on rencontre dans les calcaires du lias de gigantesques Ammonites de la section des *arietes*, et, dans les marnes de Tschembelen, un mélange remarquable de corps organisés marins, d'eau douce et terrestres (2). D'anciennes marnières, ouvertes dans le troisième étage de cette localité située au nord de Müllingen, ont présenté vers le bas, et plongeant de 75° au S., un

(1) *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 153.

(2) Voyez aussi P. Mérian, *Sur des débris d'insectes trouvés dans le lias, près de Baden, dans le canton d'Argovie* (*Verhandl. naturf. Gesellsch. bis Ihrer jährl. Versamm.*, in-8, 1850, p. 131). — *Sur le Jura d'Argovie* (*Bericht über Verhandl. der Naturf. Gesellsch. in Basel*, vol. X, p. 137, 1850-51).—O. Heer et Escher von Linth, *Geologische Vorträge über die Lias-Inseln in Aargau*, in-4, 2 pl., Zurich, 1852.

schiste marneux brun avec des rognons calcaires, puis 6 mètres de marnes noires dans lesquelles M. Heer a reconnu une nouvelle espèce de Diadème, trois espèces de poissons et beaucoup d'écailles, des *Pecten*, *Lima*, *Cardium*, *Ammonites*, etc., propres à cet horizon ; 300 échantillons d'insectes appartenant à 70 espèces, parmi lesquelles il compte 18 coléoptères, 3 orthoptères, 3 hémiptères (une fourmi), mais point de diptères, de lépidoptères ni d'hyménoptères. Parmi les plantes, le savant naturaliste signale particulièrement des Sagous (*Sagobäumen*), plus rarement le *Pterophyllum acutifolium*, Kurr, des fougères (*Laccopteris* et *Camptopteris*), des *Equisetum* et des roseaux. Cette assise est surmontée de 3 mètres de calcaire compacte à surface mamelonnée, ondulée, concrétionnée avec *Gryphæa arcuata* et *Chondrites lombricalis*, Kurr; puis viennent plusieurs alternances de marnes et de calcaires compactes. Ainsi se continue, à mesure que nous avançons vers l'E., cet horizon ichthyologique, entomologique et paléophytologique si bien caractérisé à la base du lias dans l'ouest de l'Angleterre, que nous avons retrouvé dans le Jura français, et dont nous voyons encore reparaître un jalon précieux vers l'extrémité orientale du Jura suisse.

M. Studer décrit le lias des rives de la Reuss entre Müllingen et Brugg, dans la coupe de Gebenstorf à Birmenstorf et ses relations avec le trias (p. 337 et 340). Plus à l'ouest, le lias se montre aussi dans la coupe du Staffeleck, constitue le versant nord du Homberg et une partie de la pente opposée. Sur le versant de l'Aschenberg il est encore plus développé et présente des nodules de marne avec des cristaux de sulfate de strontiane. Après la ferme du Staffeleck, le lias et les marnes irisées qui se présentent à plusieurs reprises y indiquent l'existence de remarquables plissements. Lorsqu'on monte au Wasserfluh, la même série se reproduit, mais dans son ordre naturel. La descente du Staffeleck vers Asp offre le lias et les marnes irisées plus fréquemment que sur le versant méridional de la montagne, et les fossiles du lias sont fort abondants près du village. Non loin de la route se montre le calcaire à Gryphées arquées ; puis viennent les marnes irisées et le muschelkalk, lequel se continue jusqu'à Densburen. A la sortie du village, l'oolithe inférieure semble plonger sous ce dernier groupe du trias. Le lias occupe le fond de la vallée de la Sisslen et de plusieurs de ses affluents jusqu'à Frick, où commencent les marnes irisées qui, avec le muschelkalk, occupent le fond de la plaine du Rhin.

Canton de Soleure.

On a vu que M. Gressly (1) prenant pour le *marly-sandstone* un grès marneux, calcarifère, micacé, alternant avec des marnes foncées jaune-verdâtre ou bigarrées de rouge, de jaune et de gris, l'avait réuni, sous le nom de grès *super-liasique*, à son groupe oolithique. Au-dessous il décrit comme *marnes supérieures* des couches argilo-calcaires, plus ou moins homogènes, bleu noirâtre ou grisâtres, plus ou moins bitumineuses ou charbonneuses, micacées, schistoïdes, quelquefois plus calcaires et sub-compactes, régulièrement stratifiées, renfermant des boules de fer cabonaté, mélangées de calcaire et fendillées en tous sens. Vers le bas cette dernière substance domine et alterne avec des schistes bitumineux représentant peut-être les schistes à Posidonomyes d'autres pays, bien qu'ici les fossiles manquent. A la partie moyenne de l'assise se développent surtout les nodules calcaires occupant la position de la pierre à ciment de Vassy, et, dans le haut, la roche passe au grès dont nous venons de parler. L'épaisseur de cet étage varie de 15 à 30 mètres. Les fossiles y sont peu répandus et les *Ammonites Murchisonæ* et *corrugatus* qu'on y a signalés font soupçonner la proximité de l'oolithe inférieure.

D'après ce qui a été dit précédemment et d'après les fossiles cités par M. Gressly dans sa division du *calcaire à Gryphées arquées*, il nous semble hors de doute qu'il y comprend les étages 2 et 3 de notre classification, ou le lias moyen et inférieur de M. Studer. Quoi qu'il en soit, il décrit cette division comme composée de calcaires plus ou moins ferrugineux, brunâtres, gris bleuâtre, souvent tachés de bleu ou de brun, sub-cristallins ou sub-compactes, à cassure esquilleuse ou conchoïde. Des calcaires marneux, schistoïdes, terreux, alternent avec les précédents. Les bancs ont de 0m,15 à 0m,45 d'épaisseur; ils sont bien suivis et quelquefois la roche devient dolomitique (vallée de soulèvement de Meltingen et de Bœrschwyl). L'épaisseur de cet étage, qui semble en renfermer deux, ne serait encore que de 4 à 6 mètres et diminue du nord au sud. Les fossiles, très nombreux, y sont souvent à l'état siliceux.

La Gryphée arquée est partout fort abondante, éprouvant des modifications dans sa forme, suivant les points où on l'observe. La *G. Macculochii* s'y trouve associée. Les mollusques acéphales dominent partout, et les gastéropodes sont rares. La *Lima gigantea* et le *Trochus anglicus*, quoique peu fréquents, sont cependant cons-

---

(1) *Nouv. Mém. de la Soc. helvét. des sc. natur.*, vol. II. p. 13, 1838.

tants. Les *Ammonites Bucklandi* et *Conybeari* complètent les caractères paléontologiques du troisième étage. Mais la présence de la *Gryphæa cymbium*, qui domine au Hauenstein, de l'*Ammonites Stokesi*, du *Nautilus lineatus*, qui n'est pas même une espèce du lias, et du *Belemnites paxillosus*, peut faire présumer que le second étage existe également bien caractérisé, quoique sans doute très réduit. Enfin, contrairement à ce qui a été dit ci-dessus, M. Gressly admet l'existence d'un grès inférieur du lias. Ce grès quartzeux, plus ou moins ferrugineux, plus ou moins sableux, solide ou friable, compacte ou grenu, jaunâtre, blanchâtre, quelquefois d'un rouge vif, renferme des débris de végétaux. Il est surmonté de calcaire ferrugineux, gris bleuâtre, avec des Gryphées arquées et des Bélemnites. Ce quatrième étage a une assez faible épaisseur, qui diminue du nord au sud, et il finit par manquer tout à fait. Les fossiles y sont rares et à l'état de moules ou d'empreintes.

Comme pour les groupes précédents, les vues et les coupes jointes au travail de M. Gressly contribuent beaucoup à résumer et à éclaircir les détails un peu étendus de son texte. Les profils du Weissenstein, du Passwang et du Mont-Terrible, les coupes de la Röthifluh et des divers points de ses chaînes ne laissent rien à désirer sur l'ensemble et les rapports généraux des groupes jurassiques de cette région.

Canton de Bâle.

Le canton de Bâle, dont la géologie doit tant aux recherches de M. P. Mérian, que nous avons déjà indiquées, offre, dans tout le bassin de l'Ergoltz, un développement régulier des diverses assises du groupe. Près de Grellingen, un forage poussé jusqu'à 1413 pieds a traversé les couches oolithiques et le lias, a pénétré les marnes irisées et le muschelkalk, et il y aurait eu un renversement de ces deux derniers groupes seulement, ce que n'admet pas l'auteur (1).

Canton de Berne.

Dans la suite de la coupe du Mont-Terrible, qu'a donnée Thurmann (2), ce géologue cite des *marnes noirâtres*, épaisses, peu fossilifères, bitumineuses, alternant, vers le haut, avec des assises sableuses, et dans lesquelles se montreraient déjà plusieurs espèces de l'oolithe inférieure et des Posidonomyes. Ces marnes alternent, vers le bas, avec des schistes bitumineux à Posidonomyes (*P. liasina*, Voltz), et avec des bancs calcaires bitumineux, parfaitement stratifiés, mais sans fossiles. Au-dessous vien-

(1) *Bericht. Verhandl. naturf. Gesells. zu Basel*, 1851, p. 41.
(2) *Essai sur les soulèvements jurassiques du Porrentruy*, in-4, avec coupes, p. 38, 1832.

nent des calcaires avec des Bélemnites, la Gryphée arquée, les *Ammonites Bucklandi* et *Conybeari*, la *Lima gigantea*, le *Nautilus giganteus*, Ziet., etc., du bitume dans les joints de stratification, des pyrites de fer et des traces de galène. Enfin des assises marneuses, de teintes bigarrées, reposent sur les marnes irisées. Cet ensemble de couches atteint, dans la vallée intérieure du Mont-Terrible, une épaisseur de 60 à 70 mètres.

Les coupes des planches III et IV du premier Mémoire de Thurmann montrent la disposition des vallées du groupe du Mont-Terrible, dont le fond est occupé par le lias, et constituant ce qu'il appelait alors un *soulèvement de troisième ordre*. Dans les coupes plus détaillées de la pl. IV, le lias est divisé en deux, et les grès qui le surmontent sont réunis à l'oolithe inférieure. On a déjà dit que, sur les coupes et la carte jointes au second Cahier (1), le lias et les marnes irisées avaient été représentés par une seule teinte. Il en est encore de même sur la carte qui accompagne la *première partie* de l'*Esquisse orographique de la chaîne du Jura* (2).

Résumé.

Ainsi, malgré son faible développement vertical entre l'Aar et le Rhin, le groupe du lias nous y présente les principaux éléments des quatre étages de l'ouest, avec les mêmes fossiles, et des caractères pétrographiques également comparables. Il ne reste donc plus qu'à préciser davantage, par une étude minutieuse plus suivie, les limites de ces divisions, là où elles existent, et à constater leur absence lorsqu'elles viennent à manquer. La répartition exacte des espèces fossiles, dans ces divers termes de la série, fait nécessairement partie de ce genre de recherches.

Appendice.

Nous n'avons point à nous occuper, en ce moment, de la comparaison qu'a faite M. Röminger entre la formation jurassique de la Suisse et celle de l'Albe du Wurtemberg, ni de ce qu'a dit M. de Hauer relativement aux Alpes du nord-est ; il faut auparavant que nous ayons étudié les différents termes du parallèle. Nous mentionnerons seulement ici quelques publications relatives à la paléontologie de la formation jurassique de la Suisse.

(1) 1836.
(2) 1852.

M. E. Desor (1) a fait remarquer que, relativement au développement des crinoïdes et des échinodermes en général, les étages supérieurs sont moins riches que les étages moyens, ce qui est vrai relativement au Portland-stone, au Kimmeridge-clay et aux calcaires à Astartes, mais ce qui ne le serait plus, si, comme il le paraît, et à l'instar de plusieurs géologues suisses, l'auteur réunit le coral-rag à son *Jura supérieur*. Dans les couches comprises sous la dénomination de *portlandien*, dont nous ne connaissons pas bien le sens, puisque l'on a vu quelques personnes l'étendre jusqu'au coral-rag, M. Desor cite les *Apiocrinus Meriani*, Des., et *similis*, id., puis quatre espèces d'Eugéniacrinites, les *E. caryophyllatus*, Gold., *nutans*, id., *compressus*, id., au Randen, au Lägern, dans les calcaires de Saint-Triphon, et l'*E. Hoferi*, Gold., au Lägern. Une seule espèce de Pentacrine est signalée dans les calcaires de Portland de Rœdersdorf.

Dans le groupe moyen, qui ne comprend probablement, pour M. Desor, que le calcareous-grit inférieur, l'Oxford-clay et le Kelloway-rock, il mentionne l'*Apiocrinus rotundus*, Mill., le *Caryocrinus Milleri*, Kön., le *Pomotocrinus mespiliformis*, Kön., les *Millericrinus rosaceus*, d'Orb., *Munsterianus*, id., *Beaumonti*, id., *Goldfussi*, id., *Nodotianus*, id., *polycyphus*, Des., *echinatus*, d'Orb., les *Pentacrinus scalaris*, Gold., *tuberculatus*, Mér., et *cylindricus*, Des. Parmi les Pentacrines à dentelures marginales (*Balanocrinus*), exclusivement propres à l'Oxford-clay, est le *P. subteres*, Gold. L'*Eugeniacrinus Moussoni* a été rencontré dans l'Oxford-clay de Birmenstorf.

Dans le troisième groupe oolithique, le *Pentacrinus Nicoleti*, Des., est assez répandu dans le cornbrash, et l'*Isocrinus Andreæ* dans l'oolithe inférieure. Enfin, dans le lias, sont les *Pentacrinus subangularis*, Mill., *basaltiformis*, id., et *crassus*, Des., propres au calcaire à Gryphées arquées. M. Merian (2) a publié, sur le même sujet, quelques remarques qui font suite à ce travail.

On doit à M. Agassiz des études fort importantes sur les *Échino-*

(1) *Notice sur les crinoïdes suisses* (*Bull. Soc. des sc. natur. de Neuchâtel*, 1845).

(2) *Basel Verhandl.*, 1846-48, vol. VIII, p. 27. — *Neu. Jahrb.*, 1849, p. 876. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 60 des Notices, 1850.

dermes fossiles de la Suisse (1), dont la première partie comprend les familles des *spatangoïdes* et des *clypéastroïdes*. L'auteur fait observer que le type des *Dysaster* est presque exclusivement propre à la formation jurassique; que les genres *Acrocidaris*, *Acrosalenia* et *Hyboclypus* sont exclusivement jurassiques; que les vrais *Cidaris* et les *Hemicidaris* ne comptent qu'un petit nombre d'espèces plus récentes, tandis que la famille des spatangoïdes n'a présenté qu'une seule espèce dans cette formation, l'*Holaster intermedius*, Ag., provenant de ses assises supérieures.

La seconde partie (2) est consacrée à la famille des *cidarides*, qui offre, dans les dépôts jurassiques, un grand nombre d'espèces et des individus à profusion. Le calcareous-grit inférieur (argiles à chailles) en renferme, à lui seul, plus que tous les autres étages réunis. Sur 84 espèces décrites et figurées, 33 proviennent de cet horizon, et, parmi elles, sont les espèces le plus généralement connues, telles que les *Cidaris Blumenbachii*, Gold., *coronata*, Munst., le *Glypticus hieroglyphicus*, Ag., l'*Hemicidaris crenularis*, id., le *Diadema subangulare*, id. M. Agassiz remarque que, dans les pays où ce sous-étage n'existe pas sous la forme d'argile ou de marne à chailles, plusieurs de ces espèces caractéristiques passent dans le coral-rag, ce qui lui fait penser qu'au lieu de l'associer à l'Oxford-clay dans le Jura, il eût été plus convenable de le réunir au coral-rag. C'est, en effet, ce que ses rapports ont fait admettre depuis longtemps, là où nous avons pris notre point de départ et nos termes de comparaison.

M. Agassiz a publié, en outre, des *Études critiques sur les mollusques fossiles* (1re livraison contenant les *Trigonies*; les 2e, 3e et 4e les *Myes*) (3), dans lesquelles on trouve décrites un grand nombre d'espèces nouvelles du Jura de la Suisse.

ALPES DE LA SUISSE ET DE LA SAVOIE.

Observation générales.

Le voyageur qui, placé sur l'un des points élevés de la bordure orientale du Jura, tourne ses regards au sud-est, voit le massif des Alpes se dresser comme une immense ville fortifiée, dont il serait

(1) *Description des échinodermes fossiles de la Suisse*, 1re partie, 14 planches (*Nouv. mém. de la Soc. helvét. des sc. natur.*, vol. III, 1839).

(2) *Ibid.*, vol. IV, 1840, avec 11 planches.

(3) 1842, in-4, avec de nombreuses planches.

séparé par un vaste fossé. Il a devant lui le talus de l'escarpe, au-dessous le bord de la contrescarpe, puis en arrière les glacis qui s'abaissent au nord, au nord-ouest et à l'ouest, vers le Rhin et la Saône. Sa vue embrasse ainsi le panorama géologique le plus riche, le plus varié et le plus imposant à la fois par la grandeur des phénomènes comme par les caractères particuliers qu'ils ont imprimés à chaque partie du paysage.

A ses pieds, sur les premiers plans du tableau, se déroulent les collines basses, mollement ondulées des dépôts tertiaires de la plaine suisse, interrompues çà et là par les nappes horizontales de ses lacs nombreux; au delà s'élèvent par gradins anguleux, irréguliers, profondément déchiquetés, comme un rempart crevassé et en partie démantelé, les escarpements du versant nord-ouest des Alpes, que revêtent et couronnent leurs voiles blancs de glaciers et leurs pics neigeux.

Le privilége qu'ont assez naturellement les grandes masses d'attirer l'attention, de préférence aux objets de moindre étendue, fit que les naturalistes dirigèrent d'abord leurs recherches exclusivement vers le fond ou vers les derniers plans du tableau que nous venons d'esquisser. Les montagnes moins imposantes du Jura, et les collines de la plaine plus modestes encore, furent longtemps dédaignées pour leurs orgueilleuses rivales ; et cependant, d'une composition plus simple, d'un abord bien plus facile, elles eussent payé, de résultats plus prompts et de connaissances infiniment plus exactes et plus précises, la peine qu'on aurait prise de les étudier. Les Alpes, au contraire, ont opposé, jusque dans ces derniers temps, des difficultés que le nombre, la persévérance et la sagacité des géologues sont loin d'avoir toutes surmontées. La géologie du Jura et de la plaine suisse a pu être débrouillée dans un laps de moins de 25 ans : celle des Alpes, et nous ne parlons que de la portion comprise dans le cadre que nous avons indiqué, après plus d'un siècle d'observations, est beaucoup moins avancée.

M. Studer (1) a résumé, en peu de mots et avec une grande clarté, quelques traits de l'histoire de la géologie des Alpes suisses, et ce serait un travail d'un certain intérêt que l'examen comparatif de tous les degrés par lesquels a passé la science de ce pays pour arriver à son état actuel.

Les grandes scènes de la nature y avaient développé, de bonne

---

(1) *Essai sur la géologie des Alpes suisses occidentales. Introduction* (*Bull.*, 1re sér., vol. VII, p. 225, 1836).

heure, le goût de ce genre de recherches, et cela bien avant qu'on ne s'en occupât dans le reste de l'Europe, où les spéculations hypothétiques sur l'origine de la Terre avaient précédé l'observation directe des faits. Les noms de *Langius*, des deux Scheuchzer, de Bourguet, de Guettard, de J. Gesner, de J. Schneider, etc., prédécesseurs de Bénédict de Saussure, sont familiers à tous ceux qui se sont occupés de ce sujet. Les études d'Escher, de Wild, d'Ebel, de Gruner, de Razoumowski, de Deluc, de Dolomieu, d'Uttinger, de Mohs, de Lupin, de Bernouilli, caractérisent une seconde phase de la science; mais ces travaux, comme les précédents, manquaient encore d'une base applicable à la Suisse. Tous ces estimables pionniers de la géologie avaient sans doute beaucoup vu, beaucoup observé, beaucoup réfléchi; néanmoins ils ressemblaient à quelqu'un qui aurait compté attentivement les pages d'un livre, les lignes de chaque page, les lettres, grandes et petites, de chaque ligne, le nombre des mots, et comparé même la forme et la dimension des caractères, mais qui, faute d'avoir appris l'alphabet de la langue dans laquelle ce livre est écrit, et le sens des expressions, ignorerait complétement ce qu'il renferme.

Nous l'avons déjà dit, et ce fut une des principales causes de la lenteur des progrès de la géologie positive, cet alphabet ne s'apprend pas dans les montagnes. Il s'apprend seulement dans les pays de plaines et de plateaux régulièrement stratifiés; et ce ne fut, en effet, comme le remarque le savant auteur de la *Géologie de la Suisse*, que lorsque les résultats des travaux sur les terrains de sédiment de l'Angleterre et de la France commencèrent à être appliqués aux Alpes, que la lumière se fit sur cet immense et antique chaos. C'est alors que Héricart de Thury, de Buch, Brochant, Buckland, Alex. Brongniart, Bakewell, Haussmann, de Charpentier, et MM. Élie de Beaumont, Boué, Murchison et Fournet y apportèrent successivement le fruit de leur expérience. Dans le même temps, MM. Necker, Rengger, Lardy, Hugi, Lusser, Brunner, et surtout MM. B. Studer, A. Escher de la Linth et A. Favre, qui avaient le bonheur de vivre au milieu de ces magnifiques tableaux que les Alpes suisses déroulent à chaque pas, fouillaient avec plus de succès ce sol presque vierge, malgré les nombreux sillons si péniblement tracés par leurs prédécesseurs.

Laissant de côté cette partie de l'histoire de la science qui nous entraînerait trop loin, nous décrirons les dépôts jurassiques des Alpes de la Savoie et de la Suisse, en suivant à peu près l'ordre

adopté par M. Studer, mais en le renversant. Ainsi nous étudierons chacun des quatre groupes en marchant du S.-O. au N.-E., là où ils sont suffisamment caractérisés, et nous réunirons au plus ancien les roches d'un âge moins certain, soit à cause de leur position, soit à cause de leurs caractères pétrographiques, soit enfin par le manque de débris organiques. Un Appendice consacré aux anthracites des Alpes occidentales complétera ce qui a déjà été dit ailleurs sur ce sujet.

Les sous-divisions des groupes oolithiques du Jura ne se retrouvent pas toutes dans les Alpes, dit M. Studer (1). Entre l'Arve et l'Aar on observe néanmoins, sur leur versant occidental, les trois groupes supérieur, moyen et inférieur assez bien caractérisés. Le premier manque dans les Alpes du centre et de l'est. Dans la zone centrale, le moyen serait représenté, à ce qu'il semble, par le sous-étage de Kelloway et le calcareous-grit inférieur, car les marnes de l'Oxford-clay, qui devraient les séparer, manquent, ainsi que le coral-rag avec le calcareous-grit supérieur (calcaire à Astartes), ou du moins elles n'ont pas encore été reconnues d'une manière certaine. Enfin le groupe supérieur, à en juger par les fossiles, ne présenterait que le Kimmeridge-clay.

On pouvait s'attendre à trouver le lias dans le voisinage du massif central de gneiss; mais il ne se montre, au contraire, que vers le milieu de la région occupée par des dépôts plus récents, ou bien sur la lisière de la zone septentrionale; ce sont des roches moins anciennes qui recouvrent le gneiss. La coupe théorique que donne M. Studer (p. 25) suppose, d'une part, la discordance complète du groupe oolithique inférieur avec les roches cristallines, de l'autre, une concordance également parfaite de ce groupe avec le lias dont il suit les inflexions.

Cartes géologiques.

Sur la carte de E. Götze, qui date de 1821 (2), une bande coloriée comme *formation de calcaire du Jura* s'appuie directement sur les schistes cristallins des Alpes. Elle est séparée des collines de la mollasse au nord-ouest (*Mergelsandstein und Quadersandstein Formation*) par une large zone continue de *formation du calcaire alpin*, qui comprend aujourd'hui le flysch et les groupes ooli-

(1) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 40, 1853.

(2) *Charte von Helvetien und Wallis*, 1 feuille, Weimar, 1821. — *Karte der Schweiz* (*Keferstein's Teutschland*, 1822). — Ebel, *General-Karte der Schweiz*, 1808, in *Bau der Erde in den Alpen*,

thiques supérieur et moyen. A la jonction de ces deux zones secondaires est une bande étroite, s'étendant du lac de Thun jusqu'en Savoie, désignée sous le nom de grès rouge (*rothe Sandstein Formation*) et qui semble correspondre à une partie du groupe nummulitique actuel et du flysch. Une autre bande coloriée de même, dirigée E.-O. entre Glaris et le lac de Wallenstadt, ne correspond à aucune des divisions géologiques actuelles de ce pays.

Sur une carte sans date, sans nom d'auteur et sans indication du lieu de publication, intitulée *Carte géologique des Alpes suisses occidentales* (1), les divisions et surtout celles de la formation jurassique sont désignées par des noms de lieux du pays. La distribution des teintes, beaucoup plus nombreuses que dans la précédente, marque un grand progrès dans la connaissance des terrains. Ainsi, comparée à la carte actuelle de MM. Studer et Escher, on reconnaît que *le flysch et les roches analogues*, de même que le *calcaire* nummulitique, correspondent aux mêmes divisions actuelles; que les *calcaires de Gastlosen et du Spielgarten* représentent le groupe oolithique supérieur, que les *calcaires du Stockhorn et de Châtel-Saint-Denis* avec les calcaires et les schistes des Hautes-Alpes (*Hochalpen*), représentent les roches du groupe moyen. Les gypses sont partout indiqués de même, et, sauf la terminologie exclusivement locale, cette carte diffère à peine de celles qui ont été publiées dans ces dernières années. Sur la *Carte géologique des chaînes calcaires et arénacées comprises entre les lacs de Thun et de Lucerne* (2), M. Studer a colorié, avec la dénomination un peu vague de *calcaires et schistes noirs à Bélemnites et Ammonites du terrain jurassique*, une partie du versant occidental de ces chaînes, de la vallée de Lauterbrunn à celle d'Engelberg. Dans son *Aperçu général de la structure géologique des Alpes* (3), le même savant a aussi faiblement exprimé les caractères des divers groupes jurassiques ainsi que leur distribution géo-

(1) Cette carte fait sans doute partie de l'atlas géologique que nous trouvons en tête de la Géologie des Alpes suisses occidentales (*Geologie der Westl. Schweiz. Alpen*, in-8, Heidelberg, Leipzig, 1834), par M. B. Studer. Bien que nous ne fassions souvent qu'indiquer cet ouvrage, nous devons en recommander la lecture attentive aux personnes qui désirent connaître en détail cette partie du versant des Alpes suisses.

(2) *Mém. Soc. géol. de France*, 1re série, vol. III, pl. 25, 1839.

(3) *Bibl. univ. de Genève*, mars 1842.

logique. Dans ce qui suit, nous nous conformerons à la répartition des quatre groupes indiqués sur les cartes qu'ont données MM. Studer et Escher de la Linth en 1853 et 1855 (1).

§ 6. — Groupe oolithique supérieur.

Le groupe oolithique supérieur (*oberer-Jura*, Studer) n'a encore été observé qu'entre les vallées de l'Arve et de l'Aar. Composé seulement de l'étage de Kimmeridge, il occupe dans le Chablais, entre la Dranse et le Rhône, un massif considérable, limité au nord par le groupe moyen de la Dent d'Oche et du Gramont à Vacheresse, au sud par le groupe néocomien de la vallée de Morgin et du val d'Illier, au sud-ouest par l'étage tertiaire inférieur du flysch. Au delà du Rhône, à partir d'Ivorne et de Roche, il forme une bande d'inégale largeur, dirigée au N.-E., comprise entre deux bandes de flysch et se continuant le long d'une partie du Simmenthal. Interrompu entre Oberwyl et Lutterba, il constitue la partie orientale du Stockhorn, entre ce dernier village et Reutingen (Reutigen) pour reparaître au delà de la Kander, à Spiez, sur le bord du lac de Thun. Au midi de cette zone discontinue, de largeur fort inégale, mais sensiblement dirigée N.-E., S.-O., le groupe supérieur constitue encore des lambeaux plus ou moins étendus que circonscrit de toutes parts le flysch, et dont un fort considérable occupe les massifs du Spielgärten, du Niederhorn et du Diemtiger-thal. On en remarque d'autres à l'est de Saanen, et au sud de ce point les massifs de la Gummfluh et de Rüblihorn jusqu'au delà d'Etivaz (2).

Dans le Chablais, dit M. Studer (3), l'étage de Kimmeridge (4)

(1) *Carte géologique de la Suisse*, en 4 feuilles, 1853. — *Geologische Ubersichtskarte der Schweiz*. 1 feuille, 1855.

(2) Sur la réduction de la carte de MM. Studer et Escher, les régions dont nous venons d'esquisser les contours au sud-ouest et au nord-est de la vallée du Rhône, et même depuis l'Arve, ne portent, avec la teinte *bleue* consacrée à la formation jurassique, que le signe J sans chiffre en *exposant*, et qui, d'après la légende, représente les *marbres et dolomies jurassiques des Alpes centrales*. Les explications que nous trouvons dans les ouvrages de M. Studer nous font attribuer cette différence entre les deux cartes à une simple omission du chiffre 3 ajouté au J; le signe J^3 indiquant sur la légende de la carte réduite les deux groupes oolithiques supérieurs (*oberer-Jura*).

(3) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 58, 1853.

(4) N'admettant point les dénominations proposées en dernier

forme la chaîne des Cornettes (2439 mètres) et les montagnes de Tancy et de Darbon. Plus développé sur la rive droite du Rhône, le long de la route d'Aigle au Sepey, il forme les Tours d'Ay à 2315 mètres, de Mayen à 2323 et le Famelon à 2158. Après une interruption (Pays d'Enhaut), il reparaît au-dessus d'Ablentschen, dans les montagnes de Gastlosen, et se continue jusqu'à Wyssenburg (Wissenbourg ou Wissbourg) dans le Simmenthal. De même que dans les Cornettes, les couches plongent au S.-E. sous un angle variable depuis les Tours d'Ay jusqu'à ce dernier village.

Plus au sud, une nouvelle chaîne commence au Rüblihorn (2307 mètres) et à la Gummfluh, comme on vient de le dire, où les couches plongent au N.-O. en s'appuyant plus loin contre le Niesen. La crête étroite de Wildenmann offre un gisement de fossiles depuis longtemps signalé (1). Au delà des vallées de la Simme et de la Saane, où règne le flysch, les calcaires de l'étage de Kimmeridge se montrent de nouveau fort épais dans le massif du Spielgärten (2486 mètres) pour cesser près de Wimmis.

Sur quelques points de cette bande découpée on rencontre un combustible charbonneux exploité. On en connaît au pied des Cornettes, à Darbon, dans la vallée d'Abondance, au-dessus de Corbeyrier, entre Roche et Aigle, près de Jaun, à l'extrémité du Gastlosen, près de Clus, sur le versant nord du Holzersfluh. On en a également trouvé à Wyssenburg, au-dessus d'Erlenbach sur le versant méridional du Rüblihorn comme dans le voisinage de Wimmis. Le combustible est subordonné à des schistes marneux de la base de l'étage, surmontés d'un calcaire compacte gris foncé ou noir, un peu schistoïde, et dont les couches supérieures sur le versant méridional du Krachhorn et du Pfadfluh, de même que près de Wimmis, renferment beaucoup de fossiles (2). Cette assise passe

---

lieu par Thurmann, nous substituons celle plus généralement usitée d'*étage de Kimmeridge* à celle de *Portland moyen* (*mittleren Portland*) qu'emploie M. Studer.

(1) Voyez Studer, *Geologie der Westlichen Schweiz. Alpen*, p. 273-284, in-8, 1834. — Les couches coquillières charbonneuses du Simmenthal avaient été rapportées au *Hilsthon* par M. Quenstedt (*Neu. Jahrb.*, 1838, p. 315).

(2) *Ibid.*, p. 273. — Les couches exploitées près du pont de Wimmis et au Pfadfluh, dans le haut Simmenthal, sont bien, par leurs fossiles, de l'étage de Kimmeridge (J. Pictet, *Notice sur les fossiles découverts par M. Meyrat en* 1850 (*Bibliot. univ. de Genève*, nov. 1850).

ensuite à un calcaire grenu gris clair, massif en apparence et constituant les hautes crêtes du pays. Au Thurnen, élevé de 2095 mètres, en face de Wyssenburg, ce calcaire devient schisteux, marneux, de teintes variées et principalement rouges. Des calcaires de cette même couleur s'observent aussi dans le Chablais, le val d'Illier, les Tours d'Ay, au Gastlosen, au Röthihorn à 2283 mètres, au Spielgärten et jusqu'au débouché du Simmenthal.

Bien que la faune des schistes charbonneux diffère à peine de celle des calcaires qui les recouvrent, et que la paléontologie ne soit pas encore arrivée à distinguer plusieurs horizons dans le premier groupe oolithique des Alpes, M. Studer donne séparément les listes de fossiles des uns et des autres. On sait que M. Roemer avait rapporté ces dépôts de combustible à l'argile wealdienne ou de Hils, et que, plus anciennement, A. Brongniart les réunissait au terrain tertiaire.

Les schistes charbonneux ont présenté à Darbon la *Venus nuculæformis*, Roem., à Cluse près Boltigen, l'*Astarte scalaria*, id., les *Venus subinflexa*, id., *nuculæformis*, id., *isocardioides*, id., le *Cardium intextum*, Gold. ? la *Modiola rugosa*, Roem., le *Mytilus pernoides*, id., l'*Astræa crenulata*, Gold. ? un *Cyathophyllum* rapporté à tort au *C. cæspitosum*, id. ; puis au pied nord-est du Holzerfluh une grosse Natice renflée, une Scalaire voisine de la *S. Munsteri*, Rœm., une Avicule, la *Modiola bipartita*, Sow., et le *Mytilus jurensis*, Mér. Les coquilles les plus répandues sont les petites Astartes et les Vénus, qui couvrent quelquefois entièrement les plaques, lesquelles ressemblent alors aux marnes schisteuses des lignites tertiaires de Fuveau (Bouches-du-Rhône), ou aux argiles wealdiennes du Hanovre. Les *Mytilus* écrasés sont aussi fort abondants.

Les deux calcaires qui viennent au-dessus ont offert, tant sur la route d'Aigle au Sepey que sur la crête du Vildenmann au sud du Rüblihorn, sur la pente du Pfadfluh, entre les Bains et le Krachhorn, à l'Holzerfluh, aux rochers du pont de Wimmis et au Spiezwyler, les espèces suivantes dont plusieurs sont communes à deux, trois ou quatre de ces localités : *Anthophyllum turbinatum*, Gold., *Astræa sexradiata*, id., *Hemicidaris alpina*, Ag., *H. Thurmanni*, id., *Diadema dilatatum*, id., des restes de crustacés, *Pholadomya scutata*, Ag., *P. parvula*, Rœm., *Isocardia excentrica*, Voltz, *I. striata*, d'Orb., *I. obovata*, Rœm., *I. orbicularis*, id., *Mytilus pectinatus*, Sow., *M. jurensis*, Mér., *Modiola subæquiplicata*, Gold., *Pinnigena*, *Plagiostoma rigidum*, Sow., *Pecten subtextorius*,

Gold., *Hinnites inæquistriatus*, Voltz, *Plicatula*, voisine de la *P. spinosa*, Sow., *Ostrea solitaria*, id., *O. multiformis*, Dunk. et Koch, *Terebratula trilobata*, Ziet., *T. pileus*, Brug., *T. rostrata*, Sow., *T. rostralina*, Rœm., *T. inconstans*, Sow., *T. globata*, id., *T. biplicata suprajurensis*, Thurm., *Cerithium* voisin du *C. comma*, Gold., *Natica dubia*, Rœm., *Natica hemisphærica*, id., *Pterocera Oceani*, Brong., *Nerinea suprajurensis*, Voltz, et une petite dent conique de saurien.

M. G. Mortillet (1) a mentionné aussi les combustibles de très bonne qualité exploités dans le Chablais à Darbon, à Toupai, au col de Vernes et à Orlai-de-Fontaine, sur la frontière du Valais; mais la position des couches paraît en rendre l'extraction fort coûteuse. De son côté, M. E. Renevier (2) a étudié l'étage de Kimmeridge sur la route d'Aigle au Sepey, et signalé entre autres fossiles la *Ceromya excentrica*, Ag. (*Isocardia*, id., Voltz), le *Mytilus jurensis*, Mér., l'*Ostrea solitaria*, Sow., et la *Terebratula inconstans?* Sow. Dans un autre mémoire fait en commun avec M. P. Delaharpe (3), il a donné une coupe N. S. de la chaîne des Cornettes, de Bize au pas de Savalne, dans laquelle toutes les couches semblent, au premier abord, être concordantes et plonger au S.-E. Mais on reconnaît bientôt qu'il y a une répétition des mêmes assises due à un renversement complet vers le nord.

La série régulière, à partir de la cargnieule qui occupe le fond du pas de Vernaz, serait en montant : 1° une dolomie ; 2° un calcaire schisteux ; 3° la couche de charbon ; 4° un calcaire massif. Du côté opposé ou au nord, on trouve au-dessous de la cargnieule : 1° un calcaire gris en couches minces, de 100 mètres d'épaisseur totale, avec quelques fossiles indéterminés ; 2° une roche siliceuse, poreuse, remplie de rognons de calcaire bleu avec quelques fragments d'Ammonites, et dont l'épaisseur est de 50 à 60 mètres ; 3° des schistes calcaires sans fossiles, de plusieurs centaines de mètres, avec l'*Ostrea solitaria* vers le haut ; 4° un banc de charbon de 0m,15, mais qui atteint 1 mètre au chalet de Vernaz ; 5° une

---

(1) *Note sur les minéraux combustibles de la Savoie*, in-8 (*Association florimontane d'Annecy*, p. 18, 3 nov. 1854). — *Prodrome d'une géologie de la Savoie*, p. 25, in-4, Annecy, 1855.

(2) *Sur la géologie des Alpes vaudoises* (*Bull. de la Soc. vaudoise des sc. nat.*, n° 26, 1852).

(3) *Excursion géol. dans les Alpes valaisanes et vaudoises* (*Ibid.*, 7 mars 1855).

marne terreuse, se délitant, remplie de petites bivalves (Astartes, Nucules, Vénus), formant le toit de la houille avant le renversement ; 6° un calcaire massif, gris clair, très dur, fendillé en tous sens, avec *Ostrea solitaria*, *Mytilus*, *Nerinea* et polypiers : son épaisseur est d'environ 100 mètres ; 7° un calcaire marneux, gris clair, veiné de rose, en couches minces, sans fossiles, et occupant le sommet des Cornettes. Ainsi, en admettant que nous ayons ici les deux branches d'un plissement, il faut admettre aussi que dans la portion rompue se développaient certaines assises représentées au nord de la coupe, et qui manquent au sud.

§ 7. — Groupe oolithique moyen.

Distribution générale.

Le groupe oolithique moyen tel que l'entendent MM. Studer et Escher, c'est-à-dire sans y comprendre le Kelloway-rock, existerait depuis la vallée de l'Isère, aux environs de Montmélian, jusqu'à celle du Chéran, entourant à l'ouest, par le pied de la Dent de Nivolet, le haut massif crétacé et nummulitique dans lequel ce cours d'eau et ses affluents prennent leur source. Entre la vallée de l'Arve à Bonneville et Port-Valais, sur la rive gauche du Rhône, une large bande à contours sinueux sépare le flysch et le groupe supérieur du sud-est du flysch du nord-ouest, de la mollasse et du lias des bords du lac de Genève. Plus au nord-est, au delà du lac et du Rhône, cette zone oolithique moyenne s'élargit en se dirigeant vers le lac de Thun, toujours comprise entre les mêmes roches. Des environs de Saint-Maurice, où il se voit aussi des deux côtés du Rhône, le groupe est marqué occupant tout le versant sud-est des montagnes qui bordent sa rive droite en remontant dans le Valais ; il passe sur les crêtes au delà de Louèche, se dirige au N.-E. pour joindre les environs d'Altorf, et se montrer dans les cantons d'Uri, de Schwitz, de Glaris et de Saint-Gall, jusque sur les bords du Rhin aux environs de Sargans. Il affecte dans ces derniers pays, avec les couches crétacées supérieures et inférieures, comme avec les dépôts nummulitiques, les relations les plus compliquées.

Savoie.

L'étage d'Oxford constitue la base des contours extérieurs des Alpes de la Savoie, les sommets étant formés par les étages néocomiens, et quelquefois par des roches plus récentes (1). Lorsqu'on

(1) R. I. Murchison, *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 181, 1849.

monte de Conflans dans la vallée de l'Isère, au col de Tamié, on passe, dit M. Studer (1), sur des schistes foncés qui paraissent dépendre de l'Oxford-clay, et sur une épaisse série de calcaires noirs avec des *Aptychus*, des Ammonites, des Peignes et d'autres fossiles caractéristiques du groupe moyen. Ce sont les calcaires des environs de Grenoble que nous avons vus désignés sous le nom de *calcaires de la Porte de France*, et les schistes foncés placés dessous représentent les *marnes de Meylan*. Vers le haut du passage règnent les calcaires à *Chama ammonia*. A l'ouest de ce point, sur la pente occidentale de la Dent de Nivolet, des alternances de marne grise et de calcaires compactes renferment peu de fossiles; mais l'*Ammonites Herveyi* pourrait encore indiquer le même horizon.

De la base abrupte des montagnes de la rive droite de l'Isère, depuis Grenoble jusqu'à Albertville, l'étage d'Oxford se prolonge dans le Chablais. Le calcaire gris blanc, très compacte de Lémenc, près de Chambéry, en fait partie, et, lorsqu'on se rapproche des Alpes, fait observer M. Mortillet (2), les chailles disparaissent, les marnes et les calcaires prennent des teintes plus foncées, l'aspect des couches est plus uniforme : tels sont les marbres noirs de Grésy-sur-Isère, les roches de Talloires, etc. L'auteur cite les *Aptychus latus*, Park., *lamellosus*, id., les *Terebratula lacunosa*, Schloth., *nucleata*, id., les *Belemnites hastatus*, Blainv., *Sauvanausus*, d'Orb., *Didayanus*, id., les *Ammonites tortisulcatus*, id., *plicatilis*, Sow., *perarmatus*, id., *tatricus*, Pusch, *Erato*, d'Orb., *oculatus*, Bean, *Adelæ*, d'Orb.

D'après le même géologue, le coral-rag ne pénètre pas dans les Alpes; sa limite extrême est le Salève, le Vouache, le Mont-du-Chat, la montagne de l'Épine, la cascade de Couse, et il ne s'étend pas davantage à l'est. Ce serait par conséquent à tort qu'on l'a cité à la Dent de Nivolet, depuis la grande grotte jusqu'à la crête, et M. Mortillet (3) pense que M. Chamousset (4) a pris pour le coral-rag les calcaires du second étage néocomien.

---

(1) *Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 103, 1851.

(2) *Prodrome de la géologie de la Savoie*, p. 27, in-4, Annecy, 1855.

(3) *Les géologues de Chambéry*, p. 5, in-8, Annecy, 1855.

(4) *Bull.*, 2ᵉ série, vol. I, p. 791, pl. 11, fig. 6, 1844. — Voyez aussi A. Mousson, *Bemerkungen über die Natur. Verhältn. der Thermen von Aix* (*Nouv. Mém. Soc. helvét. des sc. nat.*, vol. VIII, 1847, 2 planches de coupes et une carte non coloriée).

Dans la coupe qu'a donnée ce dernier, on voit, de haut en bas, le flysch et les couches à Nummulites reposer transgressivement sur des calcaires à Nérinées et à polypiers, puis des calcaires blancs auxquels succèdent, toujours en descendant, un calcaire oolithique, une dolomie, un calcaire jaune dont les couches supérieures contiennent des chailles, un calcaire gris bleuâtre, marneux, en bancs peu épais, des marnes feuilletées, enfin un calcaire gris blanc qui repose sur le Kelloway-rock avec des oolithes ferrugineuses. Dans la coupe de la même montagne donnée par M. Studer (1), au flysch et aux calcaires à Nummulites succèdent le calcaire à rudistes ou second étage néocomien, le troisième étage de ce même groupe, puis les calcaires à Astartes qui appartiennent bien à l'étage du coral-rag. Mais entre cette assise (h'') et celle désignée sous le nom d'*Oxford-clay alpin* (g'''), il semble qu'il y ait place encore pour quelque représentant du coral-rag proprement dit (2).

On avait attribué d'abord une importance exagérée à l'Oxford-clay, non-seulement dans cette partie de la Savoie et dans le Chablais, mais encore dans tout le reste de la bande jusqu'au Stockhorn, parce qu'on y avait compris, sans s'en apercevoir, une partie du groupe néocomien; ramené aujourd'hui à ses véritables limites, il occupe encore des surfaces très considérables.

La coupe de Lucinge à la vallée de la Ménoge (3) montre les relations très compliquées des dépôts tertiaires et crétacés par rapport au calcaire d'Oxford. Celui-ci affleure au-dessous du sommet des Voirons, recouvert par le flysch avec les couches nummulitiques, des conglomérats, etc., et surmontant les assises néocomiennes, tandis que la mollasse de la base de la montagne s'enfoncerait sous le tout. M. Studer explique cette disposition en supposant une voûte comprimée du S. au N., renversée ensuite dans cette dernière direction et dénudée plus tard de ce même côté.

La roche désignée sous le nom de calcaire de Châtel (*Chatel-*

---

(1) *Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 105, 1851.

(2) En traitant du lias dans la section 9 ci-après, nous aurons occasion de revenir sur les couches rapportées au groupe moyen dans les montagnes de la Tarentaise et de la Maurienne.

(3) B. Studer, *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 6, 1853. — Voyez aussi : A. Favre, *Notice sur la montagne des Voirons* (*Actes de la Soc. helvét. des sc. nat.*, Soleure, 1848).

Kalk (1), d'après ses caractères, aux environs de Châtel-Saint-Denis au nord de Vevay, est, dans les carrières de Lucinge, compacte, grisâtre, plus ou moins foncée, à cassure conchoïde, renfermant entre ses bancs des feuillets d'argile verdâtre, grisâtre ou rougeâtre d'un éclat gras. Les fossiles sont généralement mal conservés. Ce sont le *Galerites depressus*, Lam., les *Aptychus lamellosus* et *lævis*, et l'*Ammonites tortisulcatus*, d'Orb.

Les calcaires tachés de noir et celui de teinte plus claire que M. Studer (2) avait décrit précédemment sous le nom de *calcaires du Stockhorn*, appartiennent à la formation crétacée; mais c'est à peine si ceux qui renferment les fossiles de l'Oxford-clay peuvent en être distingués. Dans les rochers éboulés du Regret et du Nant du Dart, au-dessus de Bonneville, on a rencontré l'*Aptychus lævis* avec les *Ammonites plicatilis* et *tortisulcatus*. Le calcaire oolithique moyen se continue par les rochers qui bordent la vallée de l'Onion, près de Saint-Joire, jusqu'à Vieuz au nord, et au sud par la pointe de Machilly au-dessus de Mieussy, jusque près de Tanninges. Sur ce dernier point, comme à Saint-Joire, la roche est un calcaire grenu rouge, vert et jaune, exploité pour marbre dans plusieurs carrières. On y signale des Peignes voisins du *P. ambiguus*, Munst., et une Bélemnite, probablement le *B. hastatus*. La sommité de Chaloune (2104 mètres) et le roc d'Enfer (2266 mètres) se rattachent à ces calcaires, qui s'observent encore dans la vallée de la Dranse, dans le défilé entre le Biot et la Vernaz, comme au-dessus de Saint-Gingolph.

Suisse.

Sur la rive droite du Rhône on le retrouve constituant des marbres rouges ou gris dans les carrières de la Gorge près de Roche. M. Lardy, qui y signale un *Tragos*, le *Lithodendron articulatum*, Mich., l'*Anthophyllum explanatum*, Rœm., le *Pecten lineatocostatus*, id., et un gros *Turbo*, serait disposé à y voir un représentant du coral-rag.

Les calcaires de l'étage d'Oxford sont très développés dans les montagnes à l'est de Vevay; ils forment la dent de Jaman (1872 mètres), où ils se montrent en couches contournées. Les calcaires tachetés avec des rognons de silex reposent sur des schistes noirs et des calcaires impurs. A Châtel-Saint-Denis il est tacheté,

---

(1) B. Studer, *Geologie der Westl. Schweiz. Alpen*, p. 374 et 376, in-8, avec atlas, 1834.
(2) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 50, 1853.

concrétionné et rempli d'Ammonites et d'*Aptychus* (1). L'Oxford-clay, qui forme presque à lui seul la chaîne des Verraux, de Moléson à Jaman, renferme, suivant M. Renevier (2), le *Belemnites Sauvanausus*, d'Orb., les *Ammonites tripartitus*, Rasp., *tortisulcatus*, d'Orb., *tatricus*, Pusch, *plicatilis*, Sow. (*A. biplex*, id.), *hecticus*, Hartm. Entre le grand et le petit Meuvran une partie des fossiles est à l'état pyriteux et présente, outre les précédents, les *Ammonites Lamberti*, Sow., et *athleta*, Phill. A la Playau (1368 mètres), au nord de Vevay, le même étage se trouve compris entre le flysch et des schistes rapportés au lias (3). Dans les carrières des environs de Châtel-Saint-Denis sont cités : l'*Hemicidaris angularis*, Ag., le *Dysaster Voltzi*, id., l'*Ostrea explanata*, Gold. ? l'*Aptychus lœvis*, Munst., les *Belemnites hastatus*, Blainv., *excentricus*, id., *Sauvanausus*, id., les *Ammonites plicatilis*, Sow., *oculatus*, d'Orb., *gigas*, Ziet., *polygyratus*, Rein., et l'*A. striolaris*, Ziet., est mentionné à la sommité qui surplombe au nord la sortie du Val-Sainte.

Depuis Roche au sud de Villeneuve, jusqu'au-dessus de Blumenstein au pied nord du Stockhorn, le peu de fossiles recueillis par M. Meyrat, et déterminés par MM. Lardy et Renevier, sont ceux que nous venons de nommer, dans les montagnes au-dessus de Vevay, de Jaman, sur la cape de Moine et le Chérésolettaz jusqu'au Moléson ; puis l'*Aptychus lamellosus*, le *Belemnites Sauvanausus*, et l'*Ammonites tatricus*, sur le côté oriental de la chaîne, depuis Montbavon jusqu'à Albeuve, et l'*Aptychus lamellosus* avec l'*Ammonites tripartitus*, au sud du lac Domène (p. 52).

(P. 49) Après la petite rivière de la Jogne, entre Broc et Botterens, les calcaires jurassiques, rejetant en arrière le flysch qui les recouvrait, forment une haute muraille de rochers presque com-

---

(1) R. I. Murchison, *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 181-182, fig. 4, 1849.

(2) *Bull. Soc. vaudoise des sc. nat.*, n° 26, 1852.

(3) Studer, *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 49, 1853. — Voyez aussi : R. Blanchet, *Essai sur l'histoire naturelle des environs de Vevay*, in-8, 1843. — L. Vuillemain, *Der Kanton Waadt*, in-12, Berne, Saint-Gall, 1849. — Lardy, *Naturgesch. Umrisse*, etc., Esquisse d'histoire naturelle, géognostique, etc., Lausanne, 1850. — Collomb, *Ueber den Berg Cheresolettaz* (*Oolithe und Crioceren*) *in der Kette der Verraux* (*Verhandl. der Schweiz. naturf. Gesells. bis ihrer Jahrb. Versamml.*, in-8, 1850-1853). — *Neu. Jarb.*, 1852, p. 449.

plétement nus. On peut les suivre, quoique le flysch les masque souvent, par la montagne de la Bera, par celle du Schweinsberg et par la chaîne de Gurnigel. On les voit au-dessus des bains de ce nom, sur l'Alpe à l'ouest du Seeligraben, dans cette montagne même et dans la petite carrière près du Schwarzbrünnli. Le point le plus oriental où on les observe encore dans cette direction se trouve au-dessus de Merligen sur le lac de Thun. Les calcaires sont parfois accompagnés de gypse (1).

Les fossiles trouvés au-dessus de Blumenstein sur le versant septentrional du Stockhorn, souvent dans des blocs éboulés, et qu'a déterminés M. Ooster, sont *Aptychus lamellosus*, *Pecten demissus*, Bean, les *Ammonites Erato*, d'Orb., *tatricus*, Pusch, *plicatilis*, Sow., le *Nautilus giganteus*, d'Orb., les *Belemnites hastatus*, Blainv., *excentricus*, id., *Sauvanausus*, d'Orb., provenant du Fallbach et du Sulzgraben, le *Pecten demissus*, la *Lima antiquata*, les *Ammonites Henrici*, d'Orb., *tatricus*, *plicatilis* du Langeneck-Schafberg et du Blattenheid, les *Hinnites tenuistriatus*, d'Orb., *velatus*, id., le *Pecten demissus*, les *Ammonites Erato*, *tatricus*, *canaliculatus*, *plicatilis*, *cordatus*, *tortisulcatus*, d'Ober-Wirtneren-Schafberg, au Stierfloh et au Rufigraben (2).

Sous le nom de *calcaire des hautes montagnes* (*Hochgebirgskalk*), M. Studer décrit (p. 53) un calcaire schisteux, grisâtre, sonore sous le choc, translucide sur les bords, dont les feuillets sont souvent recouverts de talc, caractères qui se conservent quelquefois jusqu'à plusieurs lieues du gneiss, comme au Staubach près de Lauterbrunnen. En général, cependant, c'est à une distance bien moindre des roches cristallines que les calcaires deviennent plus noirs, plus compactes et moins schisteux. Quelquefois ils renferment de la chamosite (3), ou une substance minérale analogue et attirable

(1) Voyez Studer, *Geologie der westl. Schweiz. Alpen*, in-8, 1835. — *Sur les terrains secondaires des Alpes du canton de Berne* (*Neu. Jahrb.*, 1836, p. 695). — *Karte der Stockhornkette* (*Ann. des sc. nat.*, 1827, pl. 23).—Rütimeyer, *Ueber das Schweiz. nummul. Terrain*, in-4, avec carte et coupes, p. 46, Berne, 1850.

(2) M. Pictet, dans sa *Notice sur les fossiles découverts en 1850 par M. E. Meyrat* (*Bibl. univ. de Genève*, nov. 1850), mentionne un certain nombre d'espèces propres à l'étage d'Oxford ; mais la position de la couche où elles ont été recueillies n'ayant pas été déterminée géologiquement, nous ne pouvons que signaler ici ce document.

(3) Ce minerai a été décrit en 1820 par M. Berthier sous le nom de *Chamoisite*, qui a été adopté par les minéralogistes ; mais nous

à l'aimant. Des bancs de ce minerai de fer, de 2 à 5 mètres d'épaisseur, ont été exploités au Planplatte à 2206 mètres d'altitude, au Balmereckhorn qui en atteint 2196, et au Erzeck, le long de la vallée du Gentel, sur le chemin de Meyringen (Meiringen) au Joch par Engstlenalp. C'est à ce niveau qu'appartient le minerai de fer de Chamoson-en-Valais, sur la rive droite du Rhône au-dessous de Sion.

Les fossiles de cette dernière localité, cités dès 1814 par M. Gueymard (1), ont été mentionnés ensuite par MM. Lardy, Rengger et Studer (2). M. Fournet (3) a décrit l'arête calcaire qui surmonte la mine comme appartenant au *calcaire jurassique supérieur*, et les schistes marneux placés dessous comme représentant les marnes de l'Oxford-clay. L'escarpement de l'exploitation présente de haut en bas :

1. Calcaire gris, en bancs épais, traversé de veines spathiques et sans fossiles.
2. Calcaire schistoïde, de 80 à 100 mètres d'épaisseur et sans fossiles.
3. Assise de chamosite.
4. Schistes inférieurs et peu épais, avec Bélemnites.
5. Calcaire schisteux disparaissant sous la végétation.

Le minerai qui se voit sur une étendue de 30 mètres se divise en trois parties : la supérieure, de 10 mètres de puissance, composée de minerai oolithique de médiocre qualité; la moyenne, qui est une marne feuilletée, discontinue, remplie de fossiles déformés et comme étirés, et l'inférieure de 6 à 10 mètres, qui fournit un minerai de bonne qualité, très pur et même cristallin vers le centre de la masse, dans le voisinage des filons de calcaire spathique. On n'y trouve point de restes organiques. M. Studer paraît regarder ce minerai comme une lentille subordonnée à l'étage d'Oxford et de peu d'étendue; M. Gueymard le considère comme appartenant à une couche interrompue par des failles; M. Fournet ne se prononce pas à cet égard. Outre le silico-aluminate de fer qui en forme

---

croyons devoir, avec M. Studer, y substituer celui de *Chamosite* comme plus exact, bien que celui de *Chamosonite* fût encore plus conforme au nom de la localité qui est Chamoson.

(1) *Journal des mines*, 1814.

(2) *Geologie der westl. Schweiz. Alpen*, p. 123, in-8, 1834. — P. Mérian, *Remark aus dem Wallis* (*Bericht. über die Abhandl. der naturf. in Basel*, vol. VII, p. 57, 1847).

(3) *Ann. Soc. d'agriculture de Lyon*, 1849, p. 40.

la partie principale, il y aurait encore, surtout près des filons de chaux carbonatée, du fer oxydulé formé par la voie humide.

A l'ouest de Chamoson, au Moeveran, dont l'altitude est de 3061 mètres, on a trouvé des fossiles de l'Oxford-clay. Les Bélemnites ne sont pas rares dans le calcaire du Renderhorn qui incline vers la Gemmi et qui se prolonge vers Adelboden et le Simmenthal. Le minerai du Balmereckhorn renferme des fossiles comme les précédents, et les Ammonites, enveloppées dans les nodules, sont souvent pyriteuses comme à la Seefluh près de la Lenk, et dans trois localités des environs de Meyringen, Oltschenalp, Unterheid, entre Oltschenbach et le Reichenbach, et Erzeck au-dessus de l'Engstlenalp.

On cite au Moeveran les *Ammonites Erato*, d'Orb., *plicatilis*, Sow., *tortisulcatus*, d'Orb., et les *Belemnites hastatus*, Blainv., et *excentricus*, id.; à Chamoson, la *Terebratula lacunosa*, Schloth., l'*Ammonites polygyratus*, Rein., et le *Belemnites hastatus;* à la Seefluh, l'*Ammonites plicatilis ;* au Oltschen, les *Ammonites polyplocus*, Rein., *polygyratus*, id., *oculatus*, id., *tortisulcatus*, d'Orb.; à Unterheid, l'*Ammonites tortisulcatus;* au Erzeck, la *Terebratula lacunosa*, les *Ammonites Murchisonœ*, Sow., *Lamberti*, id.., *Toucasianus*, d'Orb., *Edwarsianus*, id., *polyplocus*, Rein., *polygyratus*, id., *perarmatus*, Sow., *tortisulcatus*, d'Orb., etc. M. Studer fait remarquer l'association singulière des *A. Murchisonœ* et *Lamberti*, dans cette dernière localité, car il ne met point en doute l'exactitude des déterminations spécifiques.

Le système de couches rapporté à l'Oxford-clay et que nous venons de voir désigné sous le nom de *calcaire des hautes montagnes*, l'avait été plus anciennement sous celui de *calcaires et schistes des Hautes-Alpes*. C'est également celui que, dans son *Mémoire sur la carte géologique des chaînes calcaires et arénacées entre les lacs de Thun et de Lucerne* (1), M. Studer a appelé *groupe du Faulhorn* et *terrain jurassique*, ou, suivant la légende de la carte, *calcaires et schistes noirs à Bélemnites et à Ammonites*, *terrain jura-liassique*. Les fossiles qu'il citait alors motivaient assez d'ailleurs ses doutes sur l'âge véritable de cet ensemble de roches. En 1831, le même savant (2), exami-

(1) *Mém. Soc. géol. de France*, 1re série, vol. III, p. 395, pl. 25, 1839.

(2) *Coupe de la Jungfrau et du Stillihorn* (*Bull.*, 1re série, vol. II, p. 51, pl. 1, fig. 2, 3, 1831).

nant la vallée du Roththal, sur la pente occidentale de la Jungfrau, pour vérifier les observations de M. Hugi, observa d'abord la superposition au gneiss des calcaires qui forment au nord le revêtement extérieur de la montagne et plongent vers celle-ci. Au contact des roches cristallines et secondaires est une dolomie compacte, de 10 mètres d'épaisseur, puis au-dessus viennent un minerai de fer oolithique ou chamosite noire et verte, et le calcaire schisteux noir qui s'élève jusqu'au sommet de la Jungfrau en formant la masse principale des Alpes secondaires. Dans ces calcaires ont été trouvés les *Ammonites decipiens*, Sow., *annularis*, Ziet., et *plicatilis*, Sow. A l'entrée du vallon appelé Roththal, le calcaire est recouvert par le gneiss sur une étendue fort considérable, et l'on n'observe au contact aucune trace d'action de l'une des roches sur l'autre. Vers le haut le calcaire se voit encore sous forme d'une masse ellipsoïde colossale, enfoncée comme un coin dans le gneiss. Ces masses calcaires ont environ 170 mètres d'épaisseur comme celle de gneiss qui les sépare.

Dans son Explication des vues de quelques relations de contact entre les roches feldspathiques cristallines et les calcaires de l'Oberland bernois (1), M. Escher de la Linth a fait voir (pl. 1, fig. 1) la disposition des couches jurassiques (calcaires des hautes montagnes) du grand escarpement de la vallée de Grindelwald, que coupent les gorges profondes occupées par les glaciers supérieur et inférieur. Ces couches sont aussi séparées des roches granitiques et subcristallines du Wetterhorn et du Schreckhorn par une assise composée de grès, de dolomies, de calcaire, de schistes terreux et d'oolithes ferrugineuses. Dans la vue du Plaffenkopf et du Laubstock, prise du côté du nord, les couches jurassiques sont également adossées aux roches cristallines. Dans celle de la Jungfrau (pl. 2), prise du côté de l'ouest, on voit encore que toute la partie inférieure du massif est jurassique et que ces roches s'élèvent jusqu'au-dessous de la pyramide terminale du glacier de la Jungfrau. La plus grande partie de la chaîne du Stillihorn est aussi rapportée à la même période. Dans le voisinage des cimes élevées on trouve, comme au Mettenberg, à l'est de Grindelwald, des couches oolithiques ferrugineuses, subordonnées à des calcaires et renfermant, à 2826 mètres d'altitude, les

---

(1) *Nouv. mém. de la Soc. helvét. des sc. nat.*, vol. III, 1839.— *Observations et recherches sur la nature de quelques montagnes du canton de Berne*, par le comte de Razoumowsky, Bâle, 1788.

Pholadomya ambigua et *ovalis*, des Térébratules, des Bélemnites et des Ammonites (1).

Au-dessus des lacs de Thun et de Brienz, dans les parties les plus élevées des montagnes qui entourent celui des quatre cantons, ou sur la rive septentrionale du lac de Wallenstadt, Sir R. Murchison (2) a constamment suivi les bandes calcaires rapportées par les géologues suisses au groupe qui nous occupe. Quelquefois elles seraient surmontées d'autres calcaires comparés au coral-rag ; mais on retrouve constamment au-dessus le groupe néocomien comme en Savoie. Dans les cantons de Glaris et d'Appenzell le calcaire des hautes montagnes (*Hochgebirgeskalk*), recouvrant une oolithe ferrugineuse et des dépôts du groupe oolithique inférieur, renferme le *Belemnites hastatus*, les *Ammonites biplex* et *polyplocus* (3).

On a vu que M. Studer réunissait au groupe oolithique inférieur le sous-étage de Kelloway si intimement lié partout à l'Oxford-clay, et c'est ce qui donne sur sa carte une si grande importance apparente au troisième groupe dont on ne cite plus de fossiles au delà du Stockhorn. Nous essaierons donc d'isoler ce qu'il dit de cette sous-division, tout en prévenant le lecteur que, d'après la détermination qui en a été faite, certaines espèces regardées jusqu'à présent

---

(1) Comme application de ses recherches sur le clivage et sur le feuilletage des roches, M. D. Sharpe (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XI, p. 20, 15 novembre 1854) a remarqué qu'aux passages de la Saanitsch et de la Gemmi, ainsi qu'aux environs de Meyringen, de Grindelwald et de Lauterbrunnen, toutes les roches jurassiques inférieures et la partie basse du groupe moyen étaient fortement divisées par un clivage schisteux, que vers le milieu du second groupe seulement les couches tendres étaient schisteuses, que les bancs solides alternants étaient dépourvus de clivage, et que dans tous les lits au-dessus il n'y en avait plus de trace. Il est plus que probable, continue l'auteur, que dans chaque district le clivage s'est produit à un moment donné, pour cesser aussi en même temps dans toute l'étendue du pays, et que l'assise où se trouvent seulement certains lits schisteux est, dans chaque cas, la plus exposée à l'action du clivage. Par conséquent, les couches du col du Bonhomme, dont l'âge était resté indéterminé, et dans lesquelles on observe aussi un clivage partiel, pourraient être rapportées aux précédentes, où ce même phénomène s'observe, et qui ont été placées dans le groupe moyen de la formation jurassique.

(2) *Loc. cit.*, p. 182, fig. 12, 14.

(3) Voyez A. Escher de la Linth, *Gebirgskunde der Kanton Glarus*, avec carte et coupes, dans l'ouvrage de MM. O. Heer et J. Blumer Heer, *Der Kanton Glarus*, 1846. — *Karte der Kanton Glarus*, avec profil, 1849.

comme beaucoup plus anciennes que le Kelloway-rock, se trouveraient associées avec celles qui caractérisent ce sous-étage. Peut-être aussi leurs gisements, faciles à confondre dans un pays aussi bouleversé, n'ont-ils pas encore été très rigoureusement observés, ou bien encore s'en serait-on rapporté à certaines listes de fossiles du Kelloway-rock dans lesquelles nous savons que des espèces provenant du cornbrash et du forest-marble ont été comprises à tort. Ainsi dans les localités déjà mentionnées du massif du Stockhorn (Fall-bach, Sulzgraben, Langeneck-Schafberg, Blattenheid, Schwafelberg, etc.) nous trouvons citées (p. 45) vingt-deux espèces fossiles dont la moitié appartiennent à la base du groupe moyen et le reste à l'inférieur.

Le Kelloway-rock, dit plus loin M. Studer (p. 46), est à l'état d'oolithe ferrugineuse ou d'hématite rouge, en couches ou en nids, dans le calcaire noir grenu. Ce géologue a suivi ces minerais de fer sur la limite nord du massif granitique du Finsteraarhorn jusqu'à Glaris, et les a vus participer aux plissements singuliers et aux renversements des couches dans les montagnes de ce pays (1).

Ces minerais ont été l'objet d'exploitations assez nombreuses. Les fossiles suivants y ont été trouvés au Stufistein et au Kriegsmatt sur le flanc occidental de la Jungfrau : *Pentacrinus*, *Pholadomya ovalum*, Ag., *Pleuromya*, ou *Corimya? Mytilus*, *Avicula inæquivalvis*, Sow., *Lima proboscidea*, id., *Pecten demissus*, Phill., *P. ambiguus*, Munst., *Terebratula antiplecta*, de Buch, *T. lacunosa*, var.? Schloth., *T. impressa*, de Buch ? *Pleurotomaria guttata*, d'Orb.? *Belemnites hastatus*, Blainv., *B. giganteus*, Schloth., *Nautilus*, *Ammonites hecticus*, Rein., *A. fonticola*, Quenst., *A. Gowerianus*, Sow., *A. anceps*, Rein., *A. convolutus*, Quenst., *A. Garantianus*, d'Orb., dents de *Lamna* (Agass., *Poiss. foss.*, pl. 37, fig. 32) ; à Ober-Käseren, à la Windgelle on cite l'*Ammonites Humphriesianus*, Sow. ; à l'Oberblegialp et au Glärnisch, ce sont la *Lima proboscidea*, Sow., une Huître voisine de l'*O. calceola*, Gold., les *Ammonites Murchisonæ*, Sow., *discus*, id., *Gowerianus*, id., *macrocephalus*, Schloth., et *hecticus*, Rein. ; enfin, à Calanda une Pentacrine avec les *Belemnites giganteus* et *hastatus*.

Ces citations justifient assez nos doutes et ceux qu'exprime l'auteur ; mais en même temps elles nous porteraient à placer ces roches ferrugineuses sur le même horizon que celles dont nous avons parlé précédemment et dont fait partie l'assise de Chamoson.

---

(1) *Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 178.

Nous admettrons volontiers leur synchronisme tant que leur superposition directe n'aura pas été démontrée dans une même coupe. Les minerais de fer de Gonzen près de Sargans, dans la vallée du Rhin, ont été rapportés au dernier de ces gisements, celui de l'Oxford-clay ; ils constituent une hématite rouge surmontée de minerai de manganèse.

Dans le calcaire noir qui forme la masse principale de ce sous-étage, et qui renferme souvent des grains de quartz, on ne trouve que quelques Bélemnites et des Pentacrines disséminées. Dans celui du Gamchilucke, qui atteint 2826 mètres d'altitude entre la Blümelisalp et le Gspaltenhorn, un grand nombre de Pentacrines et d'autres fossiles ont aussi été rencontrés.

§ 8. — Groupe oolithique inférieur.

Suisse.

Les dépôts que leurs fossiles ont fait rapporter au groupe oolithique inférieur, abstraction faite du Kelloway-rock, n'ont pas été jusqu'à présent signalés d'une manière bien authentique dans les Alpes de la Savoie. Dans la partie sud-ouest de celles de la Suisse, les cartes de MM. Studer et Escher ne nous montrent encore que des lambeaux extrêmement espacés : l'un au pied nord du Grammont et de la Dent d'Oche ; un second à Perche dans les montagnes à l'est d'Aigle et de Bex, et un troisième qui, commençant dans la vallée des Bains-de-Louèche, s'étend au N.-E. pour former un étroit ruban en zigzag, interrompu çà et là jusqu'au pied de la Jungfrau. Il reparaît entre les deux glaciers de Grindelwald, est très développé dans la haute vallée d'Engelberg et constitue ensuite des zones flexueuses, des massifs puissants, ou des îlots plus ou moins étendus dans les cantons d'Uri et de Glaris, jusqu'à la vallée du Rhin au delà de laquelle nous n'en voyons point de marqué. Ainsi tous les affleurements connus sont compris dans une bande dirigée S.-O., N.-E., depuis la rive gauche du Rhône, non loin de son embouchure dans le lac de Genève jusqu'à Reichnau et Sargans sur la rive gauche du Rhin. Mais on verra plus loin que ce développement attribué au groupe inférieur, à partir de la Jungfrau, n'est peut-être pas encore suffisamment justifié.

Si nous passons à l'examen particulier de ces affleurements, nous trouverons qu'au-dessus de Saint-Gingolph la crête appelée Sur-Voyi est, d'après M. Studer (1), formée de calcaire marneux

(1) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 42, 1853.

grisâtre, plongeant au S. et renfermant quelques fossiles, particulièrement des Térébratules. Il est surmonté du massif calcaire de la Becca de la Soreur et de la Dent d'Oche, que nous avons rapporté au groupe moyen, et au-dessous, jusqu'au lac, on voit des calcaires plongeant au S. avec deux assises de calcaire marneux rouge subordonné (1). Les fossiles suivants qui proviennent du calcaire marneux gris, sans présenter de caractères bien tranchés, permettent cependant d'adopter le classement proposé. Ce sont : le *Defrancia clypeata*, Bronn, une Pentacrine, les *Terebratula concinna*, Sow. ? *maxillata*, id., *vicinalis*, Schloth., et l'*Ammonites interruptus*, d'Orb.

Suivant M. Escher, le sommet de la Dent de Chamossaire appartiendrait au même groupe qui existe d'une manière plus certaine au-dessus du lias de Bex et des Alpes vaudoises. M. Studer signale, d'après les déterminations de MM. Lardy et Renevier, l'*Ammonites Linneanus*, d'Orb., dans la vallée de l'Avançon ; les *A. interruptus*, id., *Humphriesianus*, Sow., à Fondement; les *Terebratula decorata*, Schloth., et *concinna*, Sow., avec les deux dernières Ammonites dans la vallée de la Grande-Eau ; les mêmes Térébratules avec les *Ammonites macrocephalus*, Schloth., *Garantianus*, d'Orb., et le *Belemnites sulcatus*, à la Tinière ; les *Ammonites hecticus*, Rein., *subbakeriæ*, d'Orb., *Martinsii*, id., *Humphriesianus*, Sow., et le *Belemnites Fleuriausus*, d'Orb., à la Cape de Moine, à Chérésoletta et à la Dent de Lys. Ces dernières localités, situées à l'est de Vevay, ne sont point marquées sur les cartes de MM. Studer et Escher comme présentant des dépôts oolithiques inférieurs. On n'en voit point non plus dans les vallées de l'Avançon ni de la Grande-Eau, et la teinte uniforme du groupe moyen s'étend partout.

Les points des environs de Blumenstein dans le massif du Stockhorn, où nous avons déjà signalé des fossiles du second groupe, et où l'on verra que de nombreux débris organiques du lias ont été rencontrés, ont aussi offert aux recherches persévérantes de M. Meyrat (2) des fossiles caractérisant le troisième groupe. Ils ont été déterminés par MM. Pictet et Ooster ; ce sont, à Grübe, au Lange-

---

(1) Sur les cartes de MM. Studer et Escher, ce lambeau ne s'étend pas jusqu'au bord du lac, dont il est séparé par une bande continue de lias. — Voyez aussi : E. Renevier, *Sur la géologie des Alpes vaudoises* (*Bull. Soc. vaudoise des sc. nat.*, n° 26, 1852).

(2) Pictet, *Notice sur les fossiles découverts par M. E. Meyrat* (*Bibl. univ. de Genève*, nov. 1850).

neckgrat et au Kirchgraben, la *Lima circularis*, Goldf., les *Ammonites oolithicus*, d'Orb., *Martinsii*, id.; au Fallbach et au Sulzgraben, l'*Avicula decussata*, d'Orb., l'*Arca biloba*, Rœm., les *Ammonites bullatus*, d'Orb., *subbakeriæ*, id., et *linguæformis*, id., espèces qui appartiennent généralement à la partie supérieure du groupe, avec les *A. Deslongchampsii*, Defr., *discus*, Sow., *dimorphus*, d'Orb., *polymorphus*, id., *interruptus*, Brug., *Murchisonæ*, Sow., *subradiatus*, id., les *Nautilus subbiangulatus*, d'Orb., *lineatus*, Sow., les *Belemnites giganteus*, Schloth., *sulcatus*, Mill., *unicanaliculatus* et *bessinus*, d'Orb.; au Langeneck-Schafberg et au Blattenheid, l'*Avicula tegulata*, Gold., le *Toxoceras Orbygnyi*, Baug. et Sauz., les *Ancyloceras Sauzeanus*, d'Orb., et *bispinatus*, Baug. et Sauz., les *Ammonites Humphriesianus*, Sow., *Blagdeni*, id., *Eudesianus*, d'Orb., *pictaviensis*, id., *polymorphus*, d'Orb., *Garantianus*, id., *interruptus*, Brug., *subradiatus*, Sow., les *Belemnites unicanaliculatus*, Hartm.; enfin, au Schwefelberg, à Ober-Wirtneren-Schafberg, au Stierfluh et au Rufigraben, l'*Ancyloceras tenuis*, d'Orb., et l'*Ammonites subbakeriæ*, id., de la partie supérieure du groupe, les *Ancyloceras Sauzeanus*, et *subannulatus*, d'Orb., les *Ammonites interruptus*, *niortensis*, *Murchisonæ*, *Truelli*, *Humphriesianus*, *pictaviensis*, *oolithicus*, *Garantianus*, les *Belemnites giganteus*, *sulcatus* et *unicanaliculatus*.

On a déjà vu quelques-unes de ces espèces citées avec des fossiles de la base de l'Oxford-clay, et bien que, sur certains échantillons, le savant paléontologiste de Genève ait observé réunies des espèces de deux groupes, peut-être, avant d'admettre le mélange des faunes, faudrait-il posséder une étude stratigraphique et pétrographique très détaillée de ces diverses localités, où une partie des fossiles que l'on connaît a été rencontrée dans des éboulements. En outre, leur distribution stratigraphique faite, non pas en place, mais d'après des listes de paléontologistes français ou allemands, ne nous offre qu'une bien faible garantie, et nous n'en pouvons tenir compte qu'à titre de renseignement. Nous n'avons donc point cité les fossiles dans cet ordre artificiel, mais seulement dans les localités où ils ont été recueillis. M. Studer fait remarquer d'ailleurs la grande prédominance des espèces de l'étage inférieur du groupe sur celles des autres étages.

Ici comme dans les Alpes du canton de Vaud, continue-t-il, la puissance des couches est peu considérable; le banc d'oolithe ferrugineuse du Kelloway-rock manque de part et d'autre, et la roche

qui renferme les fossiles est un calcaire gris foncé, à cassure esquilleuse ou grenue. Les calcaires noirs grenus et les calcaires oolithiques (*Rogenstein*) gris de fumée qui occupent le fond des vallées du Neunenen et du Gantrisch en font probablement partie. On les voit en couches verticales placées entre le lias et le calcaire du Stockhorn dont la teinte est plus claire. Ces calcaires foncés et grenus, mélangés de sable quartzeux et parfois en relation avec une véritable oolithe, s'observent encore lorsqu'on monte le Clus de Boltigen vers le Wallop, dans le défilé qui se trouve entre le château d'Oex et Montbovon, de même que sur d'autres points de ces montagnes.

Les fossiles que signale M. Studer, à partir du pied de la Jungfrau (1) jusqu'à Calanda, n'étant, à trois exceptions près (*Belemnites giganteus*, *Ammonites Garantianus* et *Murchisonæ*), que des espèces du groupe moyen, il semble que la teinte consacrée sur sa carte au groupe inférieur ait été beaucoup trop étendue d'abord dans l'Oberland, et ensuite dans les cantons d'Uri et de Glaris, où nous ne voyons citer aucun fossile propre à l'oolithe inférieure. M. Escher (2) signale cependant dans ce dernier canton une Pentacrine, la *Terebratula digona.*, Sow., l'*Ostrea calceola*, Gold., l'*O. pectiniformis*, Schloth., une Bélemnite et les *Ammonites Parkinsoni*, Sow., *macrocephalus*, Schloth., et *Gowerianus*, Sow.

La roche oolithique renferme des minerais de fer; elle appartient à la partie supérieure du troisième groupe, souvent en partie dolomitique et qui repose sur les schistes charbonneux. Ces derniers recouvrent à leur tour le conglomérat de Sernf et les schistes quartzeux et talqueux (3).

§ 9. — Groupe du lias.

Ce qui nous reste à dire des dépôts jurassiques les plus anciens des Alpes de la Savoie et de la Suisse est de beaucoup la partie la

(1) M. Boué rapportait aussi à l'étage oolithique inférieur les calcaires foncés de cette partie des Alpes suisses (*Bull.*, 1re sér., vol. V, p. 286, 1834).

(2) *Gebirgskunde der Kanton Glarus* (extrait de l'ouvrage intitulé : *Der Kanton Glarus*, par Osw. et J.-J. Heer, 1846). — *Géologie de Glaris* (*Verhandl. der Schweiz. naturf. Ges. Zurich.*, août 1841-42, p. 54).

(3) R.-I. Murchison, *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 182, 1848.

plus difficile de notre tâche. La nature de ces dépôts, les altérations et les bouleversements qu'ils ont éprouvés, l'absence ou la disparition des corps organisés, et même des associations apparentes de ces derniers, contraires aux lois les mieux constatées et les plus logiquement admises, sont les causes multiples qui concourent à faire planer encore une grande obscurité sur ce sujet.

Dans le voisinage plus ou moins immédiat des roches cristallines, les caractères des dépôts ont été tellement modifiés que les auteurs sont restés indécis sur leur âge véritable, et à plus forte raison sur leur place dans la formation jurassique. Ainsi nous les voyons désignés par les expressions vagues de *terrain jurassique indéterminé*, de *terrain jurassique modifié*, etc. Enfin il reste des dépôts rangés dans le lias par tous les observateurs, à cause de leurs caractères stratigraphiques et paléontologiques qui ne laissent aucune incertitude.

Savoie.

Lorsque l'on considère les caractères orographiques, stratigraphiques et pétrographiques des roches de la Savoie auxquelles nous arrivons, on voit qu'ils permettraient difficilement d'y suivre la marche géographique à laquelle nous nous sommes jusqu'à présent astreint. En cherchant à combiner les matériaux que nous fournissent les divers observateurs, on reconnaît que la synthèse de leurs travaux, qui se ressentent nécessairement de la nature du pays qu'ils avaient à décrire, n'est guère possible dans l'état actuel de la science. Les descriptions stratigraphiques sont morcelées, décousues, brisées comme les couches auxquelles elles sont consacrées, et les roches altérées de mille manières, rendues plus ou moins méconnaissables, le plus ordinairement dépourvues de fossiles, n'offrent que rarement des points de repère certains. Le géologue éprouve la plus grande peine à s'orienter au milieu de ces perturbations, pour replacer chaque lambeau dans sa position et dans ses relations premières.

Nous nous bornerons donc à examiner successivement les principaux mémoires qui ont traité des roches jurassiques inférieures de la Savoie, et en même temps des sédiments rapportés à l'étage d'Oxford. On conçoit que nous y mentionnerons incidemment les dépôts d'anthracite qui se rattachent toujours plus ou moins, dans la nature comme dans l'esprit des observateurs, aux sédiments de cette période ; mais nous réunirons dans l'Appendice qui fait suite à cette section ce qui nous reste à dire de plus particulier sur ce dernier sujet.

Observations de M. A. Sismonda.

Près de Naves, village situé au-dessus de Petit-Cœur en Tarentaise, dit M. A. Sismonda (1), un schiste talqueux, avec grains de quartz hyalin, court E. 25° N. à l'O. 25° S., et plonge au N. 25° O. Il constitue le terrain primaire. Au-dessus et en stratification discordante vient le terrain secondaire dirigé N. 27° E. à S. 27° O., et inclinant de 70° à l'E. 27° S. Il comprend des schistes argileux avec des empreintes de plantes et des schistes à Bélemnites (la Fontaine, carrière de Perret, la Motte, au sud du lac du Bourget). Ce lias, qui à Naves recouvre le terrain primaire, est composé de schistes argileux et de calcaires schisteux cristallins, souvent séparés par des grès micacés, schisteux, gris brun, avec des grains de feldspath. Le schiste argileux renferme, outre les Bélemnites, des débris d'Encrines. Ces fossiles se trouvent d'ailleurs au-dessus et au-dessous des schistes à empreintes. Les mêmes couches se suivent dans la vallée de l'Arve, à travers le Faucigny, et au sud du Mont-Blanc, dans la vallée de l'Isère, où le lias est en contact avec le terrain primaire. Il en est de même de Gite au col de la Sance, au col du Bonhomme et à Roselen.

Si de ce dernier point on passe dans la vallée de l'Allée-Blanche, dans celle de Ferret et autour du Cramont, on a constamment à droite des montagnes dont les couches, quoique sans fossiles, se rattachent par leur gisement et par leurs caractères minéralogiques à celles de Petit-Cœur. Leur direction s'accorde bien avec celle des roches soulevantes, et l'on voit ainsi que le massif primaire du Mont-Blanc se trouve de toutes parts entouré par le lias.

A Prato-Secco, dans la vallée de Ferret, M. Sismonda cite la protogine recouvrant le lias sur lequel elle s'est épanchée. La direction change au-dessous du col de Ferret, mais elle reprend ensuite à l'est, au col des Fenêtres, près du Grand Saint-Bernard. Au Pain-de-Sucre, ce sont des grès très modifiés, d'un blanc laiteux, micacés, fissiles, concordant avec les schistes et les calcaires, mais que l'auteur regarde comme plus élevés dans la série et pouvant repré-

---

(1) *Memoria sui terreni stratificati delle Alpi*, Mémoire sur les terrains stratifiés des Alpes (*Mem. della reale Accadem. di Torino*, 2e série, vol. III, p. 1, 1841). — Voyez aussi : R. Murchison, *Address delivered to the geol. Soc. of London*, 17 février 1843; p. 71. — Ce travail de M. Sismonda a déjà été mentionné (*Bull.*, 2e série, vol. XII, p. 612, 1855), mais trop incomplétement, même au point de vue des anthracites, pour que nous soyons dispensé d'en rendre compte ici.

senter l'oolithe inférieure. Il en est de même lorsqu'on suit les couches au S.-O. par Saint-Jean-de-Maurienne et le Bourg-d'Oisans où le lias, reposant toujours sur les roches primaires, est recouvert par un poudingue et des schistes noirs anciens rapportés aussi à l'oolithe inférieure.

M. Sismonda appuie ce rapprochement de la position de ces couches au-dessus de celles qu'il assimile au lias, et dont elles diffèrent bien minéralogiquement, ensuite sur ce qu'elles se distinguent également de celles qui sont encore plus haut, et qu'il range dans l'étage d'Oxford. Les fossiles ne sont d'ailleurs ici d'aucun secours.

Ces roches courent au-dessus du lias parallèlement au flanc oriental du Mont-Blanc, en se prolongeant par le Petit Saint-Bernard dans la vallée de l'Isère où elles ont été particulièrement disloquées. Les grès modifiés du col des Fenêtres représenteraient la partie supérieure du lias, de même que le poudingue et certains schistes et calcaires cristallins de Moutiers, partout recouverts d'un puissant banc de calcaire sur lequel on trouve par places diverses sortes de schistes, de grès, de psammites, renfermant des masses d'anthracite susceptibles d'être exploitées.

Passant ensuite à l'examen du changement des calcaires en gypse par des émanations sulfureuses, l'auteur rappelle que, suivant quelques géologues, cet effet s'est produit lors du soulèvement des Alpes orientales, et suivant d'autres, lors de l'apparition des serpentines qui datent en grande partie du soulèvement des Alpes occidentales (1).

Le gypse des Alpes est presque toujours associé aux cargnieules qui contiennent beaucoup de sulfate de chaux enveloppant de petits fragments de schistes divers, des nodules de calcaire altéré, et dont la surface est quelquefois changée en gypse. La structure de ces roches est caverneuse, et M. Sismonda y voit une preuve de son état de viscosité et des fluides aériformes qui ont dû la traverser. Elle est amassée au-dessus et autour du gypse, comme auraient pu le faire des scories recouvrant la surface de substances hétérogènes en fusion, et elle n'offre aucune apparence de stratification. Le gypse,

(1) Il y a des serpentines antérieures à ces deux systèmes de soulèvement, et parmi elles, les unes se rapporteraient au système Pyrénéo-Apennin, les autres au système Sardo-Corse. C'est à ce dernier que se rattachent beaucoup de dislocations dans les montagnes au nord de Savone et de Gênes, et les accidents dirigés N.-S., dans la vallée de la Bormida.

surmonté par des schistes dans le plateau du Petit Saint-Bernard, se continue dans les montagnes environnantes, et, plus haut, des schistes argileux et des psammites alternants renferment des dépôts d'anthracite. On peut les observer dans les montagnes au-dessus de la Thuile et jusqu'à Morgex, dans la vallée d'Aoste. Ces roches recouvrent le banc épais de calcaire mentionné précédemment, et regardé par M. Sismonda comme parallèle à l'oolithe inférieure. Lorsqu'on descend à Saint-Maurice, on peut s'assurer que ce banc est une dépendance des roches à anthracite.

Près de Seez, le calcaire et les roches qui lui sont associées, de même que les calcaires changés en gypse de l'hospice de la Tarentaise et ceux du vallon d'Arbonne, représentent les gypses et le calcaire de Bex qui contient du sel gemme. Au passage du Petit Saint-Bernard, on ne voit pas le lias, mais des couches plus récentes, et à l'ouest-nord-ouest de Saint-Maurice ces mêmes schistes argileux foncés, avec des empreintes végétales, seraient analogues à ceux de Petit-Cœur. Ils passent sous un grès très modifié, semblable à celui du Grand Saint-Bernard, et qui dépend de l'étage oolithique inférieur.

La direction et l'inclinaison des roches à anthracite sont très variables. La moyenne de l'une serait N. 20° E. à S. 20° O., et celle de l'autre O. 20° N. Aux environs de Villette, les couches du même âge sont bien développées et de natures diverses. Le calcaire cristallin y présente des traces de fossiles. On distingue dans la masse violacée des fragments anguleux de calcaire gris brun, compacte, et de petits morceaux de schiste. Les Bélemnites paraissent différer de celles de Petit-Cœur, et l'on y remarque aussi quelques Peignes. A la partie inférieure, le calcaire est blanc sale, passe au jaunâtre, est saccharoïde ou lamelleux et sans traces de corps organisés. Ces deux sortes de calcaires se confondent et se pénètrent au contact. C'est en réalité le même banc inégalement modifié dans sa partie inférieure et supérieure. Comme sur certains points, ce calcaire est séparé des couches à anthracite par des schistes métamorphisés. Sur d'autres, les couches rapportées aussi à l'oolithe inférieure reposent au contraire sur un poudingue calcaire que l'auteur place à la partie supérieure du lias. Un poudingue assez différent, quartzo-talqueux, mais du même âge, existe à Moutiers, au col du Bonhomme, à Montagny, à Valorsine, toujours surmonté du poudingue calcaire.

Non loin de Moutiers, M. Sismonda signale au milieu du cal-

caire un filon de quartz qui renferme du fer spathique, de la chaux carbonatée ferro-manganésifère, du fer oligiste, du fer pyriteux et du titane oxydé. La direction et l'inclinaison des couches montrent en général l'influence des deux principaux systèmes de soulèvement des Alpes ; mais on reconnaît aussi que lors de leur action il existait déjà un sol rendu montueux par des dislocations antérieures, et dont plusieurs se rattachaient au soulèvement du Mont-Viso. Au-dessous de Moutiers apparaissent les schistes et les calcaires cristallins schisteux de la partie inférieure du lias. Le calcaire ou le schiste veiné de la Madeleine renferme des veinules de spath calcaire blanc. Près d'Aigueblanche, ces couches cessent, et le terrain primaire seul leur succède.

L'anthracite n'est point caractéristique de la période du lias dans ce pays, puisqu'il y en aurait dans l'étage de l'oolithe inférieure, et dans des couches qui représenteraient la partie supérieure de la formation. Ces derniers dépôts charbonneux, qui appartiendraient à l'Oxford-clay, et qui constituent surtout pour l'auteur le *terrain anthraciteux*, sont recouverts par des bancs puissants comparés au coral-rag, au Kimmeridge-clay et même au Portland-stone, comme on l'observe dans les montagnes de la rive gauche de l'Isère.

Près du confluent du Doron, le calcaire oolithique est accidentellement changé en gypse, et c'est celui qui renferme les couches d'anthracite déjà signalées. Ce calcaire, semblable à celui de Villette, est recouvert plus haut dans la vallée par des roches anthraciteuses de l'étage d'Oxford. Autour de Pralognan, l'ensemble des couches appartient encore à l'oolithe inférieure ; mais on les voit mieux dans la grande fente appelée col de la Vanoise, qui fait suite au plateau élevé du Mont-Cenis. La ligne anticlinale est dirigée suivant les deux brisures. Celle du Mont-Cenis a déjà été comparée à un cratère de soulèvement. Quant à l'époque à laquelle le col de la Vanoise et la plaine du Mont-Cenis ont été soulevés, elle coïnciderait avec l'élévation des Alpes occidentales, bien que ces points soient entourés de montagnes rapportées au système des Alpes orientales, et cela parce que le terrain primaire suit la ligne du premier de ces systèmes. Les dislocations sont très obscures, et les derniers soulèvements ont modifié les précédents dont il reste seulement quelques traces que l'on peut rapporter au système du mont Viso.

Les calcaires de la Maurienne, souvent passés à l'état de gypse, sont semblables à ceux de Villette, et se continuent jusqu'au fort de Bramant. Les montagnes près de Modane sont formées par le

calcaire seul, et les couches sont toujours dans la direction des Alpes occidentales, sauf quelques accidents qui appartiennent au système du mont Viso. A l'étage des puissants calcaires de Villette succède celui qui représenterait l'Oxford-clay, et qui est composé de psammites, de calcaires schisteux, de grès et de poudingues généralement foncés, puis de dépôts d'anthracite exploités dans diverses localités. Ces couches se voient à Saint-Michel, au mont Thabor, etc. Sur ce dernier point, un calcaire schisteux, compacte, noir, veiné de jaune, occupe le sommet, et paraît à l'auteur devoir représenter l'étage de Portland.

Dans la vallée de Bardonèche, les strates sont repliés en forme d'U, comme au col du Chardonnet où existent des dépôts identiques avec ceux du Thabor et disposés dans le même ordre. Ces assises sont encore très développées dans les montagnes de Nevache. Dans celles qui sont situées au-dessous du col de Cristoval, entre Nevache et Briançon, le calcaire gît sous les roches anthraciteuses, représentées par des psammites et par un grès avec des fragments de quartz rougeâtre. Mais en cet endroit il paraît exister un renversement dû à la rencontre du soulèvement du Mont-Viso et de celui des Alpes occidentales.

M. Sismondà a fait suivre ce travail d'un *Tableau des terrains qui composent la formation jurassique dans les Alpes*, *entre le Saint-Gothard et les Apennins*, tableau que nous ne reproduirons pas, l'auteur l'ayant modifié plus tard comme on le verra ci-après.

Recherches de M. Fournet.

M. J. Fournet (1), à la suite de ses *Recherches sur la géologie de la partie des Alpes comprise entre le Valais et l'Oisans*, a décrit avec beaucoup de détail les caractères minéralogiques et pétrographiques des couches rapportées à la formation jurassique entre Martigny et Saint-Maurice. L'apparition de diverses roches ignées qui se rattacheraient aux serpentines a donné lieu, depuis le Brévent jusqu'à la vallée du Rhône, à un axe de soulèvement parallèle à celui du Mont-Blanc, et qui a divisé les roches stratifiées en deux parties inclinées en sens inverse, l'une vers l'O. du côté de Saint-Maurice, l'autre vers l'E. du côté de Martigny. De ce dernier côté, une multitude de filons qui ont traversé les

---

(1) *Ann. de la Soc. d'agricult.*, etc., *de Lyon*, 1845. — Voyez *Ibid.*, vol. IV et IX. — Nous n'avons pas dû séparer, dans l'examen de ce travail, ce qui se rapportait à la Savoie de ce qui concernait le sol suisse dans le Valais.

couches doivent avoir contribué à leur métamorphisme. Les filons sont de feldspath grenu, blanc, avec une certaine quantité de quartz, de chlorite, de grenats, de matière serpentineuse, etc., et passent à la protogyne.

L'auteur étudie ensuite les roches sédimentaires modifiées, tels que les calcaires noirs du château de la Bathia, des schistes ardoises gris, ayant l'aspect de phonolithes ou de pétrosilex, et dont les caractères sont en rapport avec le plus ou moins de proximité des filons. Entre Martigny et Trient, à la cascade de Pissevache et de Miéville à la Balme, M. Fournet suit attentivement les modifications qu'ont éprouvées ces roches de sédiment. Il examine la composition chimique des schistes comparativement à ceux d'autres localités et de terrains différents, ainsi qu'avec les argiles plastiques et les kaolins ; il recherche la cause de leur état presque anhydre et discute les théories émises, sans se prononcer néanmoins pour l'une ou pour l'autre. Il passe à l'examen des carbures hydrogénés que ces roches peuvent contenir, et de ceux-ci à l'anthracite, puis au graphite. Il discute aussi les causes de l'endurcissement et des modifications minéralogiques, comme celles des changements survenus dans la teinte des roches.

Revenant ensuite aux phénomènes métamorphiques des environs de Martigny, il me reste, dit le savant géologue (p. 107), à entrer dans quelques détails sur leur extension. « Ils se reproduisent, » mais avec des complications variées, dans toute l'étendue d'une » bande qui continue jusque dans le val Godemard, et dont la con- » figuration est tracée, sur la carte géologique de la France, sous la » dénomination générale de *terrains cristallisés*. Cependant quelle » que soit la portion que l'on voudra étudier dans la Tarentaise, » dans la Maurienne et dans l'Oisans, on y rencontrera çà et là, au » milieu des modifications les plus intenses, des lambeaux de grès » et de schiste qui auront échappé à l'action des filons de protogyne, » de diorite ou des autres roches feldspathiques éruptives ; les grès » de Pissevache, les ardoises de Cevins et les anthracites de Cha- » lanches en sont des exemples d'autant plus remarquables, qu'ils » s'opposent à la séparation des couches jurassiques alpines d'avec » une grande partie de ces masses cristallines. »

Si, continue-t-il, des contre-forts jurassiques situés à une petite distance de ces montagnes ont échappé à ces anomalies, c'est qu'ils étaient plus éloignés des filons que les schistes. Les calcaires compactes et les conglomérats, par leur nature même, ont été des ob-

stacles à l'extrême diffusion des masses pyrogènes et à l'extension de leur influence. Mais, indépendamment de cette disposition générale, il y eut une infinité d'anomalies locales, et « si en s'élevant » successivement dans la série des dépôts, ainsi qu'on vient de le » faire, on arrive à constater l'irrégularité des oscillations entre les » roches fortement métamorphisées et les roches à peu près intactes, » à plus forte raison la confusion augmente-t-elle quand on se rap- » proche du foyer plutonique. Aussi de ce côté n'existe-t-il que des » masses dont il est impossible de déterminer le rang géologique. » D'ailleurs leur épaisseur, déduction faite des filons intercalés, est » encore telle, qu'on est en droit de se demander s'il n'y aurait pas, » au-dessous des terrains jurassiques bien constatés, des formations » équivalentes aux terrains triasiques ou à d'autres encore plus an- » ciens. Je suis très porté à admettre un trias alpin à cause de la » ressemblance frappante qui existe entre les grès bigarrés et les grès » du Bout-du-Monde près d'Allevard » (p. 109). On remarquera que, dans ce qui précède, l'auteur paraît comprendre dans la formation jurassique tous les dépôts anthraciteux de la zone qu'il considère.

P. 110. Quant à l'axe bien autrement puissant qui s'allonge du Saint-Gothard jusqu'au mont Cervin, et de là s'embranche vers le Grand-Saint-Bernard et le mont Viso, il présente, sur une grande étendue, des métamorphismes sur une échelle telle, que, pour s'en rendre compte, il faudrait décupler pour ainsi dire les effets déjà si intenses qui se manifestent depuis le Valais jusque dans l'Oisans. M. Fournet fait voir que ce métamorphisme ne peut être attribué à des émanations de vapeurs chaudes, car celles de cette nature qui se sont produites ont donné lieu à des « tuméfactions gypseuses » purement locales et à des cargnieules, véritables squelettes de di- » verses roches siliceuses qui indiquent à la fois leur nature sulfu- » reuse, leur rôle chimique et les étroites circonscriptions de leur » débouché. Or rien d'identique, ni rien qui ressemble à cela, même » de loin, dans l'état des schistes chloriteux, micacés, amphiboliques, » staurotifères, grenatiques, dans celui des calcaires cristallins purs » ou magnésiens. Toutes ces couches conservent le plus souvent » une superposition régulière, malgré le métamorphisme, tandis que » les roches sulfatisées se sont gonflées et ont jeté la perturbation » autour d'elles. »

Dans la suite des *Études* (1), M. Fournet a donné un résumé

---

(1) *Ibid.*, 1849. — Nous faisons toujours abstraction de ce qui,

historique des travaux sur le terrain secondaire des Alpes, travaux qu'il range dans trois périodes : la première comprenant l'application de la théorie wernérienne ; la seconde qui commence avec les observations de Buckland en 1821, comprenant celles qui se rattachent à la classification des géologues anglais, et la troisième celle que l'auteur désigne par l'épithète de *classification méditerranéenne*, parce qu'elle résulterait des observations des *savants du bassin méditerranéen*. Malgré cette dénomination un peu personnelle de l'auteur, nous en sommes encore à apercevoir les caractères particuliers de cette prétendue classification. Nous ne voyons, dans tout ce qu'on a écrit sur ce sujet, rien qui infirme les règles établies dans les pays où les couches ne sont ni dérangées par des phénomènes dynamiques, ni métamorphisées par des phénomènes chimiques locaux. La classification des roches secondaires, quoique plus difficile dans les Alpes que dans le Jura, par exemple, ne peut pas être établie sur d'autres bases, et il est d'ailleurs fort indifférent, pour la science que les géologues qui ont le plus contribué à débrouiller les questions aient leur résidence habituelle sur le versant hydrographique méditerranéen, ou bien sur le versant océanique.

En exposant plus loin les principes de M. Élie de Beaumont sur la manière d'envisager et d'étudier les Alpes occidentales, M. Fournet (p. 16) trouve qu'on peut tracer ici deux lignes ou axes de soulèvement, l'*axe du Mont-Blanc* et l'*axe du Mont-Soglio*, parallèles et divisés par des accidents locaux, puis séparés par un pli intermédiaire accidenté lui-même par des roches cristallines en massifs plus ou moins étendus. C'est, en effet, une disposition fort simple ; et, comme le dit l'auteur, il suffit, pour débrouiller la composition des montagnes, de suivre les *cluses* qui coupent ces axes et ce pli, absolument comme on a vu que cela se faisait si facilement dans les chaînes du Jura. Mais ici l'application du principe, quelque exact qu'il soit théoriquement, doit présenter beaucoup plus de difficultés, puisque la stratigraphie de cette partie des Alpes, malgré tant de travaux, est encore si en arrière de celle du Jura.

(P. 52.) M. Fournet adopte, comme un horizon géologique, la présence des Bélemnites dans une zone schisteuse déterminée depuis

---

dans ce travail, se rapporte particulièrement à la question des anthracites, qui a été traitée ailleurs ; mais nous ne pouvons supprimer les détails relatifs au groupe oolithique moyen, qui n'avaient pu être mentionnés ci-dessus.

le col du Bonhomme jusqu'aux environs de Bourg-d'Oisans. Mais l'existence des empreintes de fougères dans les schistes de Petit-Cœur vient détruire en partie la simplicité et la netteté de cette première base; aussi s'attache-t-il à démontrer comment l'argumentation qui a pour but de trancher la difficulté est insuffisante aujourd'hui « aux yeux des personnes qui exigent des preuves claires et » palpables à l'appui des grandes conclusions géologiques. »

(P. 60.) En 1838 il découvrit, dans les calcaires supérieurs du col de la Madeleine, des fossiles et surtout des Ammonites qui les lui firent rapporter au lias supérieur. La ligne qui joint ce col au Perron des Encombres serait parallèle à la précédente (Coupe de Villette à Petit-Cœur) (1), suivant M. Fournet; mais elle ne nous semble réellement parallèle qu'à la première moitié de cette coupe, celle qui de Petit-Cœur à Moutiers est perpendiculaire à la direction générale des couches. La position des fossiles de Villette a pu être établie par M. Sismonda au moyen de ceux qu'il a observés au col des Encombres.

(P. 63.) Dans ses *conclusions et nouveaux aperçus sur le jurassique alpin*, ce que le savant professeur à la Faculté de Lyon nomme *étage oolithique* (p. 64), probablement notre groupe oolithique inférieur, car il ne s'exprime pas plus explicitement, manquerait des deux côtés de l'axe du Mont-Blanc comme dans le Vivarais (2) et en Italie, et il ne resterait que le lias et l'étage d'Oxford : le premier ne comprenant peut-être que les deux étages supérieurs, le second ayant ses marnes et ses calcaires : le premier, caractérisé à Allevard, au col de la Madeleine, au Perron des Encombres; le second, au Mont-Eynard et à Chamoson. Ces conclusions sont donc en contradiction avec celles qu'exprimait M. Sismonda en 1841, lorsqu'il insistait sur la présence de l'oolithe inférieure, du coral-

(1) Il faut remarquer que les couches en question courent N.-N.-E., S.-S.-O., plongeant, près des roches cristallines, de 70° au S.-S.-E.; elles ne peuvent, par conséquent, donner de Petit-Cœur à Villette une coupe régulière, comme la représente la figure (p. 55) : car, s'il y a la moitié de la coupe, celle de Petit-Cœur à Moutiers, qui soit perpendiculaire à la direction, l'autre moitié, de Moutiers à Villette, se trouve dans le sens même des couches qui n'y présentent point leurs tranches, à moins qu'il n'y ait un changement de direction que nous ne trouvons pas mentionné.

(2) On a vu (*antè*, vol. VI, p. 499) que cette assertion n'était plus exacte pour ce dernier pays. Nous dirons plus loin jusqu'à quel point elle est fondée pour le versant méridional des Alpes.

rag, du Kimmeridge-clay et du Portland-stone dans ce même pays.

Suivant M. Fournet, les différences que présentent les roches de l'intérieur et celles de l'extérieur des Alpes ont contribué à faire regarder les premières comme appartenant au terrain de transition, à faire admettre par les auteurs de la Carte géologique de la France un faciès pélagique et un faciès littoral, puis à déterminer M. S. Gras à la division qu'il a adoptée. Mais le lias de la région intra-alpine de la Tarentaise, dans lequel l'auteur, dont nous analysons le travail, comprend les grès qui reposent sur les schistes talqueux jusqu'à la brèche de Villette, ne serait en réalité qu'un développement du lias des régions extérieures (du Vivarais, etc.). Pour l'étage d'Oxford, les marnes schisteuses et les calcaires compactes des environs de Grenoble et de Chamoson seraient remplacés dans la Tarentaise par des roches arénacées, micacées, schisteuses, avec des bancs épais d'anthracite et quelques conglomérats surmontés de calcaire gris en lits minces auxquels succèdent des quartzites blancs, grenus, le tout couronné çà et là de lambeaux calcaires, à surface bosselée, assimilés par MM. Élie de Beaumont et Sismonda au calcaire de la Porte-de-France près Grenoble.

Ces différences minéralogiques, l'absenee de fossiles et les discordances observées sur divers points, entre ce système, qu'on suppose représenter l'étage d'Oxford, et les couches jurassiques inférieures, l'ont fait rapporter par M. Gras au terrain houiller. Mais la dernière circonstance n'est pas générale; elle n'a pas lieu dans la Tarentaise, où aux calcaires de Villette succède une série de schistes encore indéterminés, et les grès schisteux supérieurs, micacés, à anthracite, qui pour M. Fournet et d'autres géologues représentent l'étage d'Oxford. Or, toutes ces couches affectent l'inclinaison et la direction de celles des environs de Moutiers.

Le massif cristallin de la Vanoise et celui de la vallée de Pezey ont produit les irrégularités sur lesquelles se fonde M. Gras, et de plus, les couches de Chamoson qui appartiennent bien au *Jura intra-alpin*, dans lequel il n'admet que du terrain de transition ou carbonifère, dépendent certainement de l'étage d'Oxford. Enfin, l'inclinaison concorde avec la bande du lias sur le revers oriental de l'axe du Mont-Blanc. Aussi M. Fournet pense-t-il que l'on peut stratigraphiquement séparer dans les Alpes les deux systèmes de couches, assimilés au lias et à l'Oxford-clay. Les caractères pétrographiques des roches ne justifieraient pas d'un autre côté l'origine

pélagique que l'on a attribuée aux dépôts intérieurs d'après leur puissance et l'absence des débris organiques.

Passant aux roches métamorphisées telles qu'elles sont représentées sur la carte géologique de la France, et dont la limite occidentale coïncide à peu près avec le grand pli alpin, et par conséquent aussi avec la ligne de séparation des *terrains anthraxifère et houiller* de M. Gras, M. Fournet (p. 72) regarde comme probable qu'on a confondu divers calcaires de transition avec ceux de la formation jurassique. De plus, les calcaires jurassiques du Simplon, du Mont-Cenis, de Cogne, d'Allagna, du Pas d'Ollex, des sommités de Macot et du Thabor, ne sont pas plus altérés que ceux de la Porte-de-France, quoiqu'ils aient été classés comme métamorphisés.

Quant aux changements des calcaires en gypse, ce seraient plutôt des épigénies que des résultats du métamorphisme ; et encore l'auteur paraît-il douter que ces épigénies soient dues à des émanations plus ou moins semblables aux fumarolles. Les accidents et les irrégularités de ces amas pourraient résulter d'effondrements et de tassements à la suite de la dissolution de ce sulfate soluble, aussi bien que du gonflement occasionné par la substitution de l'acide sulfurique à l'acide carbonique. Les cargneules proviennent de l'action de liquides gypseux sur les schistes argileux voisins ; le soufre des cavités serait dû à la présence de quelques matières organiques agissant sur l'acide sulfurique de la roche. A la théorie du dégagement des vapeurs sulfureuses, M. Fournet oppose l'absence dans les Alpes d'alunite qui aurait dû être produite aux dépens des schistes et de ces roches décolorées qu'on observe près des solfatares et des *lagoni* actuels.

Pour les quartzites qui se montrent seulement dans la région des calcaires dits *altérés*, ce seraient réellement des produits métamorphiques, par suite d'une abondance de silice que dénote la grande quantité de filons de quartz qui pénètrent toutes les roches. L'auteur suppose que ces quartzites forment les dernières assises des grès anthracifères de l'étage d'Oxford. Les calcaires assimilés à ceux de la Porte-de-France les recouvrent presque immédiatement ; aussi occupent-ils les hauteurs et ne se montrent-ils point dans la zone du lias intra-alpin. Ils manquent aussi vers le bord de la formation du côté de l'Italie, et ils ne confirment pas l'idée d'un métamorphisme d'autant plus complet qu'on s'avance davantage vers l'E.

(P. 78.) « Si actuellement, dit M. Fournet, on étudie la position

» géographique des quartzites, on les voit débuter au col des Fe-
» nêtres, près du Grand-Saint-Bernard, où de Saussure les montre
» liés à des ardoises, formant les rochers de la Tour-du-Four, du
» Pain-de-Sucre et d'une suite de pyramides, courant du N.-N.-E.
» au S.-S.-O., en plongeant vers l'E.-S.-E. avec divers bouleverse-
» ments aisés à concevoir. M. Sismonda indique ensuite leur pro-
» longation sur les montagnes qui dominent le col de la Séréna. On
» les retrouve dans la Haute-Tarentaise, à Pesey, Macot, Prolo-
» gnan, sur la Vanoise, au mont Thabor, et à l'entrée du vallon
» Neuvachette, où leurs tranches sont tournées à l'E. par suite du
» grand pli alpin qui gauchit cette longue nappe. Enfin M. d'Oma-
» lius d'Halloy, dans un mémoire publié en 1810, indique ces
» roches grenues au revers oriental du col de Tende. »

Suite des observations de M. Sismonda

Nous continuerons l'étude de cette région montagneuse en examinant le mémoire de M. Sismonda sur la *classification des terrains stratifiés des Alpes, entre le Mont-Blanc et le comté de Nice* (1), travail qui complète celui dont nous venons de nous occuper.

L'auteur décrit successivement : 1° le *terrain cristallin;* 2° les *roches infraliasiques;* 3° le *terrain anthracifère inférieur*, correspondant au lias ou le représentant; 4° les *calcaires avec fossiles du lias supérieur;* 5° le *terrain anthraciteux supérieur* correspondant à l'Oxford-clay ou le représentant; 6° les *calcaires des derniers temps de la période jurassique.* Il y a des roches dont les caractères se retrouvent dans toutes ces divisions, mais chacune d'elles en possède qui lui sont propres.

(P. 12.) Sur les roches cristallines primaires ou métamorphiques des Alpes reposent des poudingues schisteux, des quartzites, etc. (2). Au-dessus viennent des schistes argileux tégulaires, et des calcaires schistoïdes cristallins avec des Bélemnites et d'autres fossiles. Les deux séries sont discordantes, et la seconde représente les *conglomérats infraliasiques* du premier mémoire de M. Sismonda. De son côté, M. Fournet y distingue deux divisions : l'une qui appartiendrait au trias, l'autre à la formation carbonifère. Les pou-

(1) *Mem. della r. Accad. di Torino*, 2° série, vol. XII, 1852, 1 carte coloriée et 1 planche de coupes. — Voyez aussi : *Ibid.*, vol. II et III. — Rozet, *Bull.*, 2° série, vol. I, p. 651, 1844. — S. Gras, *Ibid.*, p. 690, etc.

(2) De Saussure, *Voyage dans les Alpes*, pag. 594. — Élie de Beaumont, *Ann. des sc. nat.*, vol. XV, p. 355.

dingues sont composés de cailloux de même nature que les roches cristallines sur lesquelles ils reposent. Ils ne les entourent pas complétement, et là où ils manquent on trouve l'une des divisions plus récentes. Sur le versant sud-est des Alpes, il n'y a qu'un quartzite à grain plus ou moins gros, tantôt pur, micacé ou bien feldspathique. Ces roches, qui se modifient suivant les régions, occupent néanmoins le même horizon sur le pourtour des massifs cristallins, et sont jusqu'à présent dépourvues de fossiles.

M. Sismonda distingue ensuite trois *groupes* dans son *terrain anthraciteux inférieur* (*lias inférieur*). L'inférieur composé de schistes ardoises, de quartzites bruns et de calcaires schisteux, partant de la Suisse, traverse la Savoie et pénètre en France, suivant une direction N. 20° E., S. 20° O., avec une inclinaison de 70° à l'E., 20° S. Depuis le flanc de la chaîne granito-protogynique du Mont-Blanc, à travers la Tarentaise près d'Albertville, et la Maurienne près de Saint-Jean, des plantes d'espèces carbonifères se trouvent dans des couches associées avec celles qui renferment des Bélemnites, des Ammonites, etc. (au Gite, au col de la Sance, près de celui du Bonhomme, au col de la Madeleine, dans la vallée de Glandon, aux environs de Bourg-d'Oisans).

Le savant géologue piémontais, par divers exemples pris dans d'autres formations et dans d'autres pays, s'est efforcé de prouver la réunion naturelle des plantes du système carbonifère avec des fossiles du lias; mais il n'a pas remarqué que ses exemples n'étaient point concluants, faute d'être comparables entre eux, et que, même l'eussent-ils été, ils ne seraient point encore applicables au fait qu'ils étaient destinés à confirmer. Ce n'est point en effet de la réunion de deux flores ou de deux faunes successives dont il est question, mais bien d'une flore et d'une faune qui, dans l'ordre général des temps et observées sur tout le globe, sont séparées l'une de l'autre par toute la période du trias et celle de la formation permienne, qui, elles aussi, ont leurs flores bien connues et leurs faunes complétement distinctes de ce qui est au-dessous comme de ce qui est au-dessus. C'est donc ainsi que la proposition doit être envisagée ; mais vouloir faire monter les plantes ou descendre les animaux auxquels le même raisonnement s'applique, c'est évidemment tourner dans un cercle vicieux, et il n'y a pas plus de raison pour une hypothèse que pour l'autre.

M. Sismonda, sans caractériser les deux autres *groupes* de son *terrain anthraciteux* inférieur, divisions qui ne devaient point

être négligées parce qu'elles pouvaient, suivant lui, aider au progrès de la science et jeter une vive lumière sur les phases que l'écorce de la terre a subies depuis son origine (p. 15), fait remarquer (p. 18) qu'il avait compris dans son *lias inférieur* divers schistes argileux métamorphiques, alternant avec des calcaires cristallins schisteux, remplis d'Entroques et renfermant un peu d'anthracite, tandis que dans son *lias supérieur* prédominent les roches détritiques (poudingues et brèches), preuves d'une période d'agitation et de trouble. Les deux divisions du lias ne seraient pas d'ailleurs séparées très nettement; elles sont liées par le schiste panaché, dit de la Madeleine (ardoises fibreuses avec veines de calcaire spathique, les Moutiers, etc.); puis viennent les brèches calcaires violettes et autres roches détritiques de Villette, qui d'une part se prolongent au N.-E. vers Bex, et de l'autre au S.-O. dans la Maurienne et en France.

Les fossiles découverts en 1845 dans des calcaires du col de la Madeleine, au-dessus de l'Argentera, seraient, suivant l'auteur, les *Terebratula tetraedra*, Sow. (1), *concinna*, id., *perovalis*, id., *globata*, id., *biplicata*, id., *biplicata*, var. *inflata* de Buch. On voit qu'à l'exception de la première, qui est peut-être douteuse d'après la remarque de la note ci-dessous, ces espèces appartiennent aux trois groupes oolithiques et non au lias. Au col ou Perron des Encombres, en passant de Saint-Michel à Moutiers, après une heure de descente vers cette dernière ville, M. Sismonda trouva des fossiles dans une masse calcaire détachée des montagnes situées à sa gauche. Nous ne reproduisons pas la liste de ces corps organisés (p. 22) déjà indiqués plusieurs fois, et dont la dernière est de beaucoup la plus étendue (2). Parmi les espèces déterminées dominent celles des deux étages supérieurs du lias.

Les gypses des Alpes, intimement associés aux calcaires, mais dont les masses semblent en rapport avec les dérangements qu'on observe dans leur voisinage, seraient le produit de l'hydratation progressive de l'anhydrite, qui résulte elle-même de vapeurs sulfu-

(1) On a écrit *T. tetraedrica*, de Buch, sans doute par une erreur qui a été fidèlement reproduite dans le *Bulletin*, vol. XII, 2ᵉ série, p. 635, 1855. — Ces fossiles avaient été bien déterminés une première fois par M. Bayle (*Bull.*, 2ᵉ série, vol. V, p. 412, pl. 6, 1848).

(2) *Bull.*, 2ᵉ série, vol. V, p. 414, 1848. — *Ibid.*, vol. XII, p. 635, 1855. Dans ces trois listes nous trouvons citées une *Terebratula inæquivalvis*, Sow., que nous ne connaissons pas.

reuses sorties de l'intérieur de la terre et réagissant çà et là sur les calcaires. Cette opinion a été, ainsi qu'on vient de le dire, combattue par M. Fournet. M. Sismonda ne place plus ici, comme il l'avait fait d'abord, les calcaires de Villette, ni les roches qui, dans l'étage oolithique inférieur, appartiennent à cet horizon, et en cela il s'accorde avec M. Fournet; mais il ne renonce pas à la possibilité de découvrir un équivalent de ce même étage dans des calcaires supérieurs aux strates fossilifères des Encombres. Nous ajouterons qu'à en juger par les fossiles, les couches du col de la Madeleine pourraient bien justifier cette prévision; mais dans tout ce qui précède, nous ne trouvons que quelques bivalves qui autoriseraient à admettre l'existence du lias inférieur (3ᵉ étage), tandis que la grande majorité, si ce n'est même la totalité des gastéropodes et surtout des céphalopodes annoncerait les deux étages supérieurs du groupe.

Ce que M. Sismonda nomme *terrain anthraciteux supérieur*, en le rapportant à l'étage d'Oxford, diffère de l'*inférieur* par les caractères de ses roches comme par sa superposition à la masse principale des calcaires. Ce sont des poudingues, des quartzites, des calcaires schistoïdes et des schistes. Les couches détritiques reposent directement sur le calcaire ou sur le gypse; les schistes ardoises, les psammites et les calcaires constituent ensuite la partie supérieure de cette division.

Les couches quartzeuses sont quelquefois talqueuses, et le talc abonde particulièrement dans le poudingue à noyaux de quartz rougeâtre, au contact du gypse. Les schistes qui touchent ce poudingue sont aussi rougeâtres et tachetés de vert; puis viennent des schistes ardoises, des psammites divers, des calcaires schisteux cristallins, de nouveaux quartzites et des poudingues différents des précédents. Ces diverses roches ont été modifiées de plusieurs manières, mais ces changements diminuent de bas en haut. Du reste aucun fossile de l'étage d'Oxford n'a encore été signalé dans ces couches, à l'appui des rapprochements faits par l'auteur et par d'autres géologues.

L'anthracite, peu répandue dans les assises que M. Sismonda compare au lias inférieur, se montre au contraire ici en couches d'épaisseur variable, et suivant fort exactement la stratification générale du système. Dans sa partie supérieure, on en voit toujours plusieurs bancs séparés par des alternances d'ardoises, de psammites et de calcaire. Quelquefois, vers le milieu de la série, apparaissent

des grès et des poudingues différents de ceux du bas. Parmi les empreintes de plantes il y en a qui sont identiques avec celles du gisement inférieur de Petit-Cœur ; mais le plus grand nombre paraît être propre à ce niveau (1).

Ce système supérieur avec anthracite est très développé dans la Savoie, presque toujours à l'est de la chaîne de protogyne primaire. Il s'étend dans le Valais et en France, et, avec les calcaires et les schistes des lias, revêt une partie du massif primaire du Dauphiné (2).

M. Sismonda a fait suivre ce mémoire, comme le précédent, d'un tableau des terrains dans la chaîne des Alpes, entre le Mont-Blanc et le comté de Nice. Nous y voyons qu'il persiste, sans d'ailleurs en développer les motifs, à trouver les représentants du Portland-stone, du Kimmeridge-clay et du coral-rag autour du mont Ambin, au sud-ouest du Mont-Cenis, au col de la Rò, au mont Thabor, aux environs de Briançon, au col du Lauzanier, à celui des Monges, etc. Or il nous semble que ce sont précisément les roches que M. Fournet place sur l'horizon du calcaire de la Porte-de-France. Le *terrain anthraciteux inférieur* est divisé en deux, mais sans aucune mention des trois groupes indiqués (p. 15). Nous reviendrons d'ailleurs plus loin sur la partie du travail qui traite du versant sud-est de la chaîne.

Études de M. Favre.

M. A. Favre, qui depuis longtemps se livre à une étude spéciale des Alpes de la Savoie et des parties adjacentes de la Suisse, dont il prépare une carte géologique à une grande échelle, a déjà publié sur cette région plusieurs mémoires d'un vif intérêt que nous résumerons ici.

Il distingue d'abord (3) de bas en haut : 1° le *terrain de cristallisation* ; 2° les *roches métamorphiques* (gneiss, protogyne, schistes et micaschistes) ; 3° le *poudingue ou système de Valorsine* (schistes, grès et calcaires, avec empreintes de fougères) ; 4° le *terrain juras-*

(1) M. Sismonda remarque ici que M. Studer (*Neu. Jahrb.*, 1850) appelle *verrucano* le poudingue superposé à la grande masse de calcaire et de gypse du lias supérieur, tandis qu'il a été consacré en Toscane, par M. Savi, aux roches clastiques inférieures à toute la série jurassique, et correspondant ainsi aux *roches infraliasiques* de la Savoie.

(2) Voyez Élie de Beaumont, *Mém. pour servir à une description géologique de la France*, vol. II, p. 339, 1834. — *Ann. des sc. nat.*, vol. XV, p. 373.

(3) *Observations sur les terrains des Alpes suisses occidentales et des Alpes de la Savoie.* (*Bull.*, 2e série, vol. IV, p. 996, 1847.)

sique (calcaires et schistes plus ou moins argileux, se terminant vers le bas par une assise de cargnieule).

Les assises jurassiques recouvrent transgressivement les couches du système de Valorsine, comme on le voit entre Bex et Martigny, sur la rive droite du Rhône. Les roches cristallines qui forment en cet endroit deux chaînes parallèles s'enfoncent sous le terrain secondaire de la chaîne septentrionale du Valais, comprenant entre elles le système de Valorsine, tandis que la cargnieule d'abord, puis la série jurassique s'étendent en recouvrant le tout pour former une immense voûte, depuis les bains de Lavey jusqu'à Saillon et en s'élevant dans le massif que couronne la Dent de Morcles. La formation crétacée et le groupe nummulitique qui surmontent le tout affectent une stratification discordante par rapport aux strates jurassiques.

Ces derniers, fortement disloqués avant d'être recouverts, montrent d'immenses contournements le long des parois des vallées profondes. Le phénomène auquel on doit attribuer ces dislocations s'est produit suivant une ligne presque droite et parallèle aux Alpes. On peut l'observer surtout à la Dent-de-Daily, au-dessus des bains de Lavey. Les assises repliées passent sous le grand massif de la Dent-du-Midi, reparaissent au sud-est sous les glaciers du mont Ruan, au fond de la combe de Sixt, se voient à la partie inférieure de la montagne des Fiz, du côté de Sixt, à la cascade de l'Arpennaz, sur les bords de l'Arve et près de Giétaz, dans la vallée de la Mégève. Sur ces divers points alignés du N.-E. au S.-O., les contournements n'ont affecté que les couches jurassiques ; celles de la formation crétacée qui les surmontent n'y ont point participé.

La coupe de Sixt à l'Aiguille-Verte, dit ailleurs M. Favre (1), coupe qui passe par le Buet, les Aiguilles-Rouges, la Flégère, et traverse la vallée de Chamouny, montre bien la disposition des couches anthracifères et jurassiques recouvrant transgressivement les schistes cristallins. De Sixt au col de Salenton, les dépôts à anthracite, surmontés des assises jurassiques, recouvrent aussi les schistes cristallins qui sont à découvert depuis ce col jusqu'aux Aiguilles-Rouges, où un lambeau des deux systèmes les couronne encore. Dans la vallée de Chamouny ces schistes charbonneux, toujours accompagnés de la

(1) *Bull*, 2e série, vol. V, p. 261, 1848. — *Arch. des sc. nat. de Genève*, vol. VII, p. 265, 1848. — Voyez aussi : *Essai sur la géologie des montagnes situées entre la chaîne du Mont-Blanc et le lac de Genève* (*Verhandl. der Schweiz. naturf. Gesells. bis ihrer Versamm. zu Zolothurn*, 1848, p. 22).

série jurassique, plongent alors rapidement sous les schistes cristallins qui, à leur tour, s'appuient contre la protogyne des Aiguilles-Vertes, en présentant une disposition en éventail. Les calcaires de cette coupe ont été rapportés au lias, et en effet des Bélemnites ont été trouvées au mont Lacha près des Ouches, non loin de la côte du Piget, au pied du glacier des Bois, et près des chalets de Balme.

Le long du sentier qui conduit au Chapeau, au lieu dit le Bouchet, sur le prolongement de la côte du Piget, la structure en éventail est remarquable, et le plongement est de 30° au S.-E. Les schistes cristallins semblent passer sous les roches granitiques et reposer sur les calcaires. Les cargnieules se voient entre ces derniers et les schistes, et la couche à anthracite manquant en cet endroit, la base de la formation jurassique se trouverait dans le voisinage presque immédiat des schistes cristallins.

Le calcaire exploité au-dessous de la croix de Flégère est séparé des roches cristallines par de véritables ardoises de la série anthracifère, placées sur le prolongement de celles de la base des Aiguilles-Rouges, au-dessus d'Argentière, et de celles qui accompagnent les anthracites de Coupeau. Ainsi, depuis les environs du col de Balme jusqu'aux Ouches, ou dans toute la longueur de la pente nord de la vallée de Chamouny, le pied méridional de la chaîne des Aiguilles-Rouges offre une bande de dépôts anthracifères fortement dénudés, qui sur plusieurs points ont présenté des empreintes de fougères. Les ardoises, presque verticales, des Rafords sont recouvertes de calcaires jurassiques ; au-dessous viennent des schistes cristallins avec des cailloux, et qui, malgré leurs caractères, doivent être rapportés au poudingue de Valorsine. Ils passent insensiblement à la roche qui constitue la plus grande partie des Aiguilles-Rouges, et qui est alors une sorte de gneiss, dont la teinte générale a donné son nom à la chaîne. C'est le soulèvement de cette dernière qui aurait produit le redressement des roches sédimentaires de la vallée de Chamouny, et non, comme on l'avait cru, le massif du Mont-Blanc.

Pour s'en assurer, M. Favre a tenté l'ascension des Aiguilles-Rouges, et, en montant de la Pierre à Bérard au sommet du Buet, il a rencontré successivement :

1. Protogyne rose et schistes cristallins.
2. Grès quartzeux verdâtre à grains roses.
3. Grès quartzeux jaunâtre.
4. Schiste argilo-ferrugineux rouge et vert.
5. Cargnieule avec baryte sulfatée et calcaire rougeâtre.
6. Ardoise et schiste calcaire à Bélemnites, d'une grande épaisseur.

La série anthracifère (2-4) et la série jurassique (5-6) sont discordantes par rapport aux schistes cristallins de la base du Buet. Les couches jurassiques, qui dans la localité du Céblancs, non loin du col de Balme, passent par des alternances au poudingue de Valorsine (p. 262), ici seraient discordantes par rapport aux couches à anthracite (p. 271), et ce serait même un caractère général (1).

Les roches qui forment une sorte de chapeau couronnant les Aiguilles-Rouges n'avaient encore été observées par aucun géologue ; ce sont, à partir du sommet le plus élevé, qui atteint 2944 mètres au-dessus de la mer :

4. Schistes calcaires noirâtres avec des lits de calcaires ferrugineux et des silex cornés ou jaunâtres, imprégnés de matière talqueuse, ou plus ou moins argileux. Ils renferment des fragments de Bélemnites, d'Ammonites et de crinoïdes 34
3. Ardoises noires et calcaire gris bleu avec des veines de quartz et de calcaire spathique. . . . . 4 à 5
3. Cargnieule de quelques mètres d'épaisseur.
2. Série anthracifère comprenant des schistes argileux rouges, ferrugineux, verts, et des grès quartzeux. . . 9
1. Schistes cristallins lie de vin ou verts, surmontés transgressivement par tout ce qui précède.

Les calcaires de la cime de cette Aiguille sont horizontaux ; les couches anthracifères, et particulièrement celles de grès, sont légèrement ondulées et modelées sur le *substratum* cristallin ; elles occupent une petite portion du versant septentrional de l'Aiguille, et sont relevées contre les grandes Alpes.

Les roches qui occupent le sommet de cette Aiguille-Rouge sont le prolongement de la partie inférieure des dépôts sédimentaires du Buet et de ceux qui, dans la vallée de Chamouny, s'appuient contre la base de ces Aiguilles. M. Favre évaluant à 800 mètres au moins la puissance de la formation jurassique de ce pays, il s'ensuit que, s'il ne s'était produit aucun écroulement lors du soulèvement, ni aucune dénudation depuis, ces dépôts atteindraient 3750 mètres d'altitude aux Aiguilles-Rouges, et le Buet, qui s'élève à 3100 mètres, serait sur le versant nord-ouest de cette montagne au lieu d'être la chaîne principale.

Il faut, continue l'auteur, se représenter la chaîne des Aiguilles-

(1) *Observations sur la position relative des terrains des Alpes* (*Arch. de la Bibl. univ. de Genève*, vol. VI, p. 121, 1847).

Rouges comme un massif cristallin, s'étendant de Servoz à Saint-Maurice, flanqué au nord-ouest par la chaîne jurassique du Buet, dont le prolongement sud-ouest est couronné par les dépôts crétacés des Fiz, et qui s'étend au nord-est jusqu'à la Dent-du-Midi. Dans la chaîne du Buet les strates sont redressés au S.-E. vers la chaîne des Aiguilles-Rouges et du Brévent, et cette dernière est flanquée au sud-est par les strates de la vallée de Chamouny et du col de Balme relevés vers les Aiguilles, strates qui formeraient ainsi la base méridionale de l'immense voûte dont le Buet et les Fiz constituent le côté septentrional.

Enfin, les assises presque horizontales du Buet et celles tout à fait horizontales de la plus élevée des Aiguilles-Rouges sont le prolongement des couches des deux versants de la voûte, dont la *retombée* était à 750 mètres à Sixt, qui s'élevait à 3100 mètres au Buet, à 2750 aux Aiguilles-Rouges, pour s'abaisser à 1050 à Chamouny, et se continuer encore plus bas au-dessous du sol de cette vallée. Dans cette partie des Alpes les terrains de sédiment se coordonneraient alors, non pas avec la chaîne centrale du Mont-Blanc, mais avec celle des Aiguilles-Rouges et du Brévent (1).

Nous avons décrit, d'après le même savant (*antè*, vol. III, p. 78, et vol. IV, p. 577), la disposition singulière de la montagne des Rocs, vers le centre de la vallée du Reposoir, et dont les couches jurassiques semblent recouvrir le flysch.

Remarques de MM. J. D. Forbes R. I. Murchison Bakewell et Sharpe.

M. J. D. Forbes (2) a fait remarquer depuis longtemps les relations du granite et des calcaires dans les environs de Courmayeur, relations qui présentent une analogie frappante avec les phénomènes du versant nord des Alpes. La coupe de Chamouny à Courmayeur montre les calcaires du versant nord de la vallée de Ferret, plongeant sous le granite de la grande Jorasse. L'auteur cite particulièrement la coupe que l'on obtient en passant la moraine du glacier de la Brenva, à l'ouest d'Entrèves, et en montant le ravin situé entre le glacier et le village ; la superposition du granite au lias s'y voit très nettement. C'est la contre-partie de ce qu'on observe le long du versant nord, sous l'Aiguille de Bochard à Chamouny. L'in-

(1) Voyez, outre la coupe fort intéressante donnée par M. Favre (p. 263), celle qu'a faite M. Necker (*Mém. de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*, vol. IV, p. 209, 1828), vallée de Valorsine. Prise un peu plus au nord, elle représente à peu près les mêmes terrains.

(2) *Travels through the Alps*, Voyage à travers les Alpes de la Savoie, etc., p. 209, in-8 ; Edinburgh, 1843.

clinaison des couches est de 38° au N.-O. vers le haut du ravin, et le contact des roches peut être suivi presque aussi loin que le glacier de la Brenva. A l'ouest, le calcaire du mont Frety plonge également sous le granite du col du Géant. A la montagne de la Saxe une masse considérable de granite se trouve subordonnée au calcaire, et tout le le système se relève vers le Mont-Blanc, en plongeant au S.-E. Ainsi les calcaires des deux côtés du val de Ferret se relèvent vers le thalweg de la vallée et plongent sous le granite de la chaîne. De son côté, M. D. Sharpe (1) croit que beaucoup de ces superpositions des roches cristallines aux roches secondaires ne sont que de fausses apparences.

Les gypses de la région qui nous occupe, déjà décrits avec beaucoup de soin par M. Studer (2), ont aussi fixé l'attention de sir R. Murchison (3), qui, avec cette justesse de coup d'œil dont il a donné tant de preuves, a posé en traversant les Alpes de précieux jalons pour résoudre les problèmes qu'offrent encore ces montagnes. Il a fait remarquer que les grandes assises de dolomie propres aux Alpes orientales et si développées dans le Tyrol, où se montrent les porphyres et d'autres roches ignées, semblent être représentées dans les Alpes occidentales par de puissantes masses de gypse. De même que d'un côté les calcaires ont été changés en dolomie, de l'autre ils auraient été changés en sulfate de chaux. Soit qu'on observe le phénomène sur la partie la plus élevée de la route du Mont-Cenis, ou dans les gorges profondes de la Tarentaise et de la Maurienne, soit qu'on l'étudie dans l'Allée-Blanche, la vallée de Courmayeur et sur d'autres points autour du Mont-Blanc, il se présente avec les mêmes caractères. Ce sont de grandes bandes calcaires changées çà et là en gypse qui a conservé la stratification et les diverses teintes de la roche originaire.

Dès 1810, Bakewell regardait comme secondaires les grandes masses calcaires de la Savoie, et comme y étant subordonnés les gypses et les anhydrites qu'on y rencontre. La présence des cargnieules près des fentes qui ont dû servir d'orifice aux émanations de gaz acide prouverait l'origine de ces gypses, qui peuvent d'ail-

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XI, p. 16, 1854.
(2) *Geologie der Westl. Schweiz. Alpen*, p. 128 *et passim*, in-8, 1834.
(3) *On the geological structure of the Alps*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 171, 1849.)

leurs appartenir à diverses époques, mais dont le plus grand nombre serait de l'âge du lias. En effet, M. Lardy y a trouvé des Gryphées, des Bélemnites et des Ammonites.

Dans son mémoire sur la structure du Mont-Blanc et de ses environs (1), M. D. Sharpe s'est particulièrement occupé du clivage et du feuilletage des roches de ce massif et des montagnes voisines. Mais nous ne pourrions en rendre compte ici sans être obligé de considérer des roches plus anciennes que celles que nous étudions en ce moment ; aussi remettrons-nous à traiter ce sujet lorsque nous décrirons ces dernières.

Travaux de M. Studer

Les recherches persévérantes de M. Studer n'ont pas été pour la connaissance du lias de la Savoie moins fructueuses que celles dont nous venons de parler. Nous ne reviendrons pas sur ce qui a déjà été dit ailleurs (2) ; nous y ajouterons seulement les indications suivantes. Au pied du dôme du Gouté, au col des Ouches, des schistes noirs renferment des Bélemnites et des Ammonites déformées (3). Mais la position de ces schistes, par rapport aux couches à anthracite, n'a pas encore été déterminée. Les schistes près du Mont-Joli renferment aussi des Bélemnites brisées et allongées d'une manière particulière (p. 374). De Charpentier avait trouvé ces mêmes fossiles dans le calcaire au-dessus de la Languette, entre le col des Fours et le Mont-Blanc (p. 381), et l'on en a rencontré au-dessus du Leuchet, au mont de la Saxe (p. 383).

Malgré la certitude qu'a M. Studer de la présence du lias en Savoie, ses cartes géologiques ne le marquent nulle part d'une manière expresse. Il paraît être compris en partie sous la teinte *bleue*, affectée du signe J, et désignée par l'expression de *terrain jurassique et calcaires indéterminés des Alpes centrales*, puis en partie sous la teinte *jaune bistre*, portant le même signe J dans la légende, mais que nous retrouvons rarement sur les cartes, où les lettres *h* et *h'* accompagnent presque seules cette dernière teinte, consacrée aux couches à anthracite, avec les schistes verts et gris. En outre, les petits lambeaux jurassiques et probablement du lias, marqués sur la grande carte de 1853, dans la vallée de Chamouny, depuis l'Argentière jusqu'aux Bossons, ainsi qu'au col de Forclaz, n'ont pas été

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XI, p. 11, nov. 1854.
(2) *Bull.*, 2e série, vol. XII, p. 570, 1855.
(3) *Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 359, 1851.

reproduits sur la carte réduite de 1855. Le lias proprement dit n'est représenté, sur la rive gauche du Rhône, qu'au delà de son embouchure dans le lac de Genève. Il occupe une bande le long du lac même, depuis Port-Valais (Suisse) jusqu'à mi-chemin de Meillerie à Maxilly (Savoie). Cette bande est limitée au sud par le lambeau du groupe oolithique inférieur, dont nous avons parlé, et par le massif oolithique moyen de la Dent-d'Oche et du Grammont.

Dans les carrières de calcaire noir de Meillerie, dit M. Studer (1), se trouvent des Ammonites de la section des *arietes* et le *Pecten textorius*. On connaît encore, provenant de cette localité, la *Lima gigantea*, Desh., un *Spirifer*, les *Ammonites cornucopiæ*, Young, *fimbriatus*, Sow., *Boblayei*, d'Orb., *Valdani*, id., *spinatus*, Brug., et *Bonnardi*, d'Orb. M. G. Mortillet (2) cite en outre les *Ammonites kridion*, Hehl, et *bisulcatus*, Brug., et mentionne, à l'ouest du village, des calcaires plus purs, servant à la fabrication de la chaux, et remplis de bivalves (*Ostrea*, *Pecten*, entre autres *P. valoniensis*, Defr.?) Ces mêmes couches se retrouvent de l'autre côté du lac, à la Dent de Jaman, au-dessus de Montreux. L'auteur suppose que le troisième étage existe partout au-dessous du premier; mais il n'a, jusqu'à présent, constaté sa présence que dans cette localité, puis à Petit-Cœur, et entre Beaufort et Arrêche (3). De ce qu'en Savoie on ne distingue nettement que deux divisions, M. Mortillet conclut, à tort (p. 32), qu'on a exagéré l'importance de celles qui ont été établies pour d'autres pays. Au reste, il ne donne rien dans son Prodrome qui n'ait déjà été signalé, et les listes mêmes de fossiles sont moins complètes que celles auxquelles nous avons renvoyé le lecteur. Sa coupe générale montre le lias apparaissant d'abord au-dessus de Sainte-Hélène de Millières, puis à Naves, compris entre deux séries anthracifères, et au-dessus de la seconde assise de grès, avec des Bélemnites différentes de celles des couches précédentes, enfin se continuant encore jusqu'à la vallée de l'Isère, au delà de Montgirod.

Suisse.

Sur la rive droite du Rhône, entre Bex et Clarence, le lias semble occuper l'îlot de Saint-Triphon, au milieu de la vallée, puis trois

(1) *Loc. cit.*, vol II, p. 25, 1853.

(2) *Prodrome d'une géologie de la Savoie*, p. 31, in-4, avec coupe, 1855.

(3) Dans ces deux localités, l'auteur cite (p. 34) le *Belemnites minimus*, Mill., qui est une des espèces les plus caractéristiques du gault.

lambeaux allongés dans les vallées latérales de l'Avançon, de la Grionne et de la Grande-Eau ; un quatrième est indiqué le long du lac, de Villeneuve à Montreux (1).

M. Quenstedt (2) avait d'abord rapporté au muschelkalk les calcaires de la butte de Saint-Triphon, près de Bex. Cette opinion, critiquée par M. Studer (3), a été de nouveau soutenue par M. Quenstedt (4), et de Buch (5) est venu donner à cette manière de voir l'autorité de son nom. M. Escher de la Linth (6) a démontré, au contraire, par une coupe de cette localité et par les fossiles qu'il y a trouvés, que ce massif appartenait à la formation jurassique supérieure, et que le prétendu *Encrinites liliiformis* n'était, d'après M. Agassiz, qu'un *Eugeniacrinus*. M. Wissmann (7) a fait voir également que les débris organiques de Saint-Triphon n'étaient point ceux du muschelkalk.

M. Lardy (8), après avoir mentionné les travaux de J. de Charpentier (9), qui en 1819 rapportait au lias les calcaires et les argiles des environs de Bex, ajoute que les couches d'anhydrite et d'argile salifère exploitées dans cette localité s'y trouvent aussi comprises. Elles sont plus ou moins inclinées, et quelquefois verticales. Le calcaire, noir par places, est toujours de teinte foncée, schisteux, alternant avec des marnes schisteuses en bancs minces. Dans le calcaire, les fossiles ont conservé leurs formes ; mais, dans les schistes, ils sont aplatis. Plus tard, le même géologue (10) a signalé de nouvelles espèces dans ce système. Le lias inférieur (3ᵉ étage) serait, suivant lui (11), caractérisé par l'*Ammonites Bucklandi* et la

---

(1) *Carte géologique de la Suisse*, par MM. Studer et Escher de la Linth, en 4 feuilles, 1853. — Id., réduction, 1855. L'îlot de Saint-Triphon n'est plus ici marqué comme lias.
(2) *Neu. Jahrb.*, 1838, p. 315.
(3) *Ibid.*, 1839, p. 67-80.
(4) *Ibid.*, p. 317.
(5) *Ibid.*, p. 696, avec une coupe.
(6) *Ibid.*, 1841, p. 342.
(7) *Ibid.*, p. 359.
(8) *Neu. Jahrb.*, 1846, p. 210.
(9) Carte des environs de Bex (*Min. Taschenb.*, 1821, pl. 2. — *Ann. des mines*, 1819, pl. 6.
(10) *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 297.
(11) *Esquisse zool., géognost. et minér. du canton de Vaud*, insérée dans *Hist. geogr. Gemälde der Schweiz*, par Huber, Saint-Gall, 1847. — *Neu. Jahrb.*, 1847, p. 447.

Gryphæa arcuata, le lias moyen (2e étage), par l'*A. Amaltheus*, et le supérieur (1er étage), par les *Ammonites radians* et *primordialis*. La puissance totale du groupe atteindrait plusieurs milliers de pieds, mais les dislocations des couches ne permettent point une évaluation exacte à cet égard. Au-dessus, un autre calcaire noir pourrait représenter quelque étage du groupe oolithique inférieur.

M. Renevier (1) a trouvé, aux mines de Bex, associés dans la même couche, les *Ammonites radians*, Schloth., *communis*, Sow., *hybridus*, d'Orb., *margaritatus*, Montf., puis le *Belemnites paxillosus*, Schloth., près de Fenalet. Au-dessus de la mine de Coulaz, le lias est caractérisé par la *Lima gigantea*, Sow., la *Gryphæa arcuata*, Lam., la *Terebratula variabilis*, Schloth., un *Spirifer*, les *Ammonites bisulcatus*, Brug., *Conybeari*, Sow., *kridion*, Hehl, *raricostatus*, Ziet.

L'étude du lias des environs de Bex est rendue fort difficile, dit M. Studer (2), par les accidents compliqués de la stratification, dus à des failles et à la présence de l'anhydrite. Dans la coupe d'Aigle aux Diablerets, reproduction de celle de Charpentier, l'anhydrite et le gypse alternent quatre fois avec les calcaires et les marnes du lias. Les calcaires ne s'observent guère que dans le fond des vallées de l'Avençon et de la Grande-Eau, tandis que le gypse forme la masse des collines de Bex à Griou et à Panex. Les assises puissantes de calcaire ont été traversées par la galerie du Bouillet. Elles plongent à l'O., se relevant au N. et au S. en fond de bateau. Le gypse qu'on a rencontré est moins épais que dans les autres massifs, et les exploitations de sel gemme du Fondement sont pratiquées dans sa masse comme celles de Vauds-sous-Chésières. La position du calcaire se voit le long de la rivière de la Grionne, et il se prolonge sous Villard et Arveyes.

Avant la découverte du sel gemme faite par de Charpentier en 1825, on n'exploitait que des eaux salines. Le sel est aujourd'hui connu sur un espace de 10 à 13 mètres de large dans des couches perpendiculaires d'anhydrite. La roche est une sorte de conglomérat de calcaire et de cette dernière substance, dans laquelle le sel forme le ciment. La mine a fourni en moyenne, dans les dix dernières

(1) *Bull. Soc. vaudoise des sc. nat.*, n° 26, 1852.
(2) *Geologie der Schweiz*, vol. II, p. 27, 1853. — *Geologie der Westl. Schweiz. Alpen*, p. 131-133, in-8, 1834.

années, 34 à 35000 quintaux de sel par an, et le pied cube de la roche donne de 29 à 31 livres de sel.

La masse calcaire inférieure est peu connue ; cependant les fossiles recueillis dans la Grande-Eau prouvent que les roches appartiennent au lias. On doit sans doute y rapporter aussi les couches horizontales sans fossiles déterminables de Saint-Triphon, et les roches de Chalex d'Aigle, qui, verticales au contraire, plongent au S. dans la profondeur.

Les fossiles les mieux conservés se trouvent dans la masse calcaire moyenne et dans les calcaires qui alternent avec le gypse, un peu au-dessus de l'entrée de la mine de Coulaz (Coulat) ou de Fondement, du côté de Sexblanc et à Sexblanc même. Les espèces que nous regardons comme appartenant aux trois étages supérieurs du lias y auraient été recueillies, associées ou réunies, dans les mêmes couches ; mais l'état si disloqué de ces dépôts ne permet guère d'avoir une grande certitude à cet égard. Les espèces que nous citons ont été découvertes surtout par M. Lardy ; mais, d'après ce qu'on vient de voir de leur gisement commun, on ne se rend pas compte du motif qui les a fait ranger par M. Studer dans les trois étages du lias. Aussi nous bornons-nous à les rapporter aux localités d'où elles proviennent, abstraction faite de leur position relative que la stratigraphie n'a point encore établie.

A Cret-à-l'Aigle, près de Bex, ont été trouvés l'*Avicula sinemuriensis*, d'Orb., les *Belemnites curtus*, id., *exilis*, id., *niger*, List., les *Ammonites fimbriatus*, Sow., et *bisulcatus*, Brug ; dans la vallée de la Grande-Eau, la *Pholadomya decorata*, Hartm., les *Ammonites raricostatus*, Ziet., et *Conybeari*, Sow.; à Coulaz et à Fondement, le *Pentacrinus basaltiformis*, Mill., la *Posidonomya Bronnii*, d'Orb., l'*Inoceramus undulatus*, Ziet., la *Lima gigantea*, Desh., le *Cardium multicostatum*, Phill., l'*Avicula sinemuriensis*, d'Orb., le *Cardinia Listeri*, Ag., la *Gryphæa arcuata*, Lam., le *Trochus duplicatus*, Gold., le *Pleurotomaria anglica*, Sow., les *Belemnites niger*, List., *elongatus*, Mill., *acutus*, id., le *Nautilus intermedius*, Sow., les *Ammonites spinatus*, Brug., *normanianus*, d'Orb., *centaurus*, id., *Davæi*, Sow., *Moreanus*, d'Orb., *Charmassei*, id., *rotiformis*, Sow., *raricostatus*, Ziet., *liasicus*, d'Orb.; à Sexblanc, les *A. concavus*, Sow., *communis*, id., *Raquinianus*, d'Orb., *Braunianus*, id., *aalensis*, Ziet., *primordialis*, Schloth., *radians*, id., *comensis*, de Buch, *margaritatus*, Montf., *Conybeari*, Sow., *bisulcatus*, Brug.; à Bevonnas, les *A. cornu-*

copiæ, Young; *annulatus*, Sow., *Charmassei*, d'Orb.; enfin, le *Nautilus striatus*, Sow., à Ollon, près de Bex.

Le prolongement du lias entre les formations plus récentes de la Dent de Morcles et les schistes à fougères n'a pu encore être constaté. Une Gryphée arquée de la collection de M. Lardy semble provenir de la pente nord du col de Tanneverge, et, si le gisement est exact, le lias se trouve là entre les couches anthracifères des Frêtes de Moïde et le calcaire jurassique plus récent du Buet. Des fossiles isolés, recueillis par M. Lardy, tels que la *Lima Hartmanni*, les *Ammonites kridion* et *Valdani*, lui font penser que le lias existe sur la rive droite de la Grande-Eau. A la Tinière, près de Villeneuve, on a signalé l'*Ammonites catenatus* et la *Terebratula variabilis*. Dans les montagnes au-dessus de Vevay, l'*A. communis* a aussi été rencontré.

(P. 32.) Près de Châtel-Saint-Denis, au bord de la Vevaise, et à Broc sur la Saane, un schiste arénacé noir, alternant avec un calcaire noir, sort de dessous le calcaire du groupe moyen qui constitue la montagne de Playau. A Broc, on a trouvé une petite Posidonomye qui ressemble à la *P. Bronnii*. Mais il serait hasardé d'après ce seul fossile de rapporter au lias ces calcaires qui reposent sur un grès compacte rouge ou vert que M. Studer avait d'abord décrit sous le nom de *Ralligsandstein* en le réunissant au flysch.

L'association des schistes noirs précédents avec le lias est d'ailleurs justifiée par la découverte récente d'une faune de cette période dans les schistes et les calcaires argileux noirs du Langeneckgrat, près de Blumenstein, au nord du Stockhorn. D'après la coupe fort intéressante que donne M. Studer (p. 8), les couches se voient dans les mêmes relations que sur les bords de Vevaise, sauf qu'elles forment seules l'arête de la montagne. Les fossiles ont été rencontrés sur le versant nord à l'Allemand de Blumenstein, comme sur le versant sud, au Fallbach, Sulzgraben, Blattenheid, Ober-Wirtneren, etc. Les trois étages supérieurs du groupe y seraient représentés à en juger par les fossiles, qui peut-être ont aussi été plus ou moins mélangés par les collecteurs. Il semble néanmoins que le troisième étage domine sur le versant nord, et les schistes du premier sur le versant opposé.

Les recherches de M. Meyrat (1) dans cette dernière région ont

(1) Pictet, *Notice sur les fossiles découverts par M. Meyrat* (*Bibl. univ. de Genève*, nov. 1850). — Voyez aussi : B. Studer,

été très fructueuses, et la collection de M. H. Ooster, ainsi que celle du Musée de Berne, renferme plus de 120 espèces des plus caractéristiques et des plus répandues de nos trois étages. Dans ce nombre, nous voyons cités 53 espèces d'Ammonites, 9 Bélemnites, 4 Nautiles, et la plupart des brachiopodes, des ostracées et autres acéphales dont les noms nous sont si familiers. Nous renverrons le lecteur à la liste qu'en donne M. Studer (p. 34-36), qui indique aussi les localités particulières du massif du Stockhorn, où les espèces ont été recueillies (1).

Au sud-est de cette chaîne, le lias se montre à Kapf, près de Vimmis. C'est un calcaire de teinte foncée, alternant avec des schistes noirs et plongeant au N. M. Ooster y a trouvé l'*Avicula sinemuriensis*, d'Orb., le *Spirifer rostratus*, de Buch, le *Belemnites acutus*, Mill., les *Ammonites Conybeari*, Sow., et *kridion*, Hehl. Sur la rive septentrionale du lac de Thun, à Nase et à Neuhaus, le lias forme encore la base d'une voûte composée de roches plus récentes. Les calcaires semblables à ceux de Meillerie sont aussi exploités, et ont offert les *Ammonites bisulcatus*, Brug., et *colubratus*, Schloth. (2).

M. Studer signale, mais avec moins de certitude, sur le chemin du Faulhorn, entre Zweilütschinen et les pâturages d'Iselten, des schistes noirs alternant avec des calcaires noirs compactes et grenus, plongeant au S.-E., et dans lesquels on a trouvé des traces d'Ammonites, de Bélemnites, de grandes Huîtres et des Posidonomyes

---

Geologie der Westl. Schweiz Alpen, p. 331, etc., où se trouve une étude très détaillée de la chaîne du Stockhorn. Ce livre doit être le *vade-mecum* du géologue dans cette partie de la Suisse comprise entre les lacs de Genève et de Thun.

(1) Voyez, sur le soulèvement du Stockhorn, une lettre de M. Brunner à M. de Buch (*Relation des soulèvements des Alpes suisses* [*Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellschaft*, vol. III, p. 554, 1851]). La chaîne jurassique qui s'étend du lac de Thun jusque près de Gurnigel fut soulevée en même temps que le reste de la formation pendant la période crétacée ancienne.

(2) Voyez aussi : B. Studer, *Sur les terrains des Alpes secondaires du canton de Berne* (*Neu. Jahrb.*, 1836, p. 695). — *Sur la carte géologique des chaînes calcaires et arénacées entre les lacs de Thun et de Lucerne* (*Mém. Soc. géol. de France*, 1re série, vol. III, p. 395, pl. 25, 1839). — *Zeitschr. für Miner.*, 1837, p. 4. — *Ann. des sc. natur.*, vol. XI, p. 5. — *Ibid.*, p. 249. — L. Rütimeyer, *Ueber das Schweiz. numm. Terrain*, in-4, Berne, 1850.

très voisines de la *P. Bronnii*. A l'est de ces derniers points, la carte géologique de la Suisse n'indique plus le lias. Cependant, quelques échantillons de la collection de M. Lusser, à Altorf, qui proviennent de la Windgelle, à la limite des calcaires et du gneiss, ont pu être déterminés comme des fossiles du lias; mais avec eux se trouveraient associés un plus grand nombre de corps organisés caractéristiques de l'oolithe inférieure.

Dans les vallées de Lauterbrunnen, de Grindelwald, d'Urbach, on a vu que les couches jurassiques voisines du gneiss étaient plus récentes. Dans les Alpes de Glaris, M. Escher ne paraît pas avoir encore constaté la présence du lias en place, bien qu'un échantillon d'*Ammonites Bucklandi* trouvé à Schwend, dans un bloc de calcaire grenu, gris foncé, fasse présumer que le groupe pourra être découvert dans cette partie orientale de la Suisse (1).

Les cartes géologiques de la Suisse indiquent encore quelques îlots jurassiques dans la vallée supérieure du Rhin, au-dessus de Coire. Les uns, et c'est le plus grand nombre, sont rapportés au groupe oolithique moyen (massif du Kunkel), les autres au groupe oolithique inférieur (au-dessus de Calanda, et au fond de la vallée entre Trins et Felsberg). Il y en a qui sont simplement marqués par la teinte bleue, comme au-dessus de Hanz, sur la rive droite du fleuve, de Schlan et de Dissentis sur la rive gauche, ce dernier portant le signe du groupe supérieur. Il en existe sur d'autres points au sud de cette dernière localité, et lorsqu'on remonte à l'ouest jusque non loin du col de la Furca. Dans les cantons du Tessin et des Grisons, de semblables lambeaux reposent sur les schistes plus anciens ou sur les roches cristallines, sur les flancs des vallées qui descendent du Vogelberg, particulièrement dans celles de Rheinwald, de l'Avers, et du cours supérieur

---

(1) Voyez aussi : Studer, *Sur l'âge des Alpes calcaires du canton d'Uri* (*Neu. Jahrb.*, 1836, p. 328). — Escher de la Linth, *Uebersicht der geol. Verhältnisse der Schweiz*, Coup d'œil sur les relations géologiques des Alpes suisses, in-8, Zurich, 1847. — Lusser, *Nachträgliche Bemerkungen*, etc., Observations supplémentaires sur les recherches géognostiques et la représentation des coupes du Saint-Gothard au lac de Zug (*Nouv. mém. de la Soc. helvét. des sc. nat.*, vol. VI, 1842, et vol. I) Les trois planches de vues et de profils qui accompagnent ce mémoire montrent bien les relations du calcaire des hautes montagnes rapporté au lias avec les autres roches secondaires ou plus anciennes. Ces vues, indépendamment de toutes considérations théoriques, sont d'un vif intérêt.

de l'Inn ; mais nous ne sachons pas que les descriptions qu'on en a données aient pu fixer l'âge précis de ces jalons ou témoins aujourd'hui perdus au milieu des roches anciennes de ces hautes montagnes. Nous nous proposons de revenir ci-après (chap. III) sur la partie méridionale du Valais, sur le canton du Tessin et sur quelques autres points du territoire suisse, dont la description se rattache plus naturellement au versant sud des Alpes qu'à la région dont nous venons de nous occuper.

RÉSUMÉ.

Si dans l'état actuel de nos connaissances les cartes géologiques générales donnent une idée assez satisfaisante de la distribution des dépôts jurassiques de la Suisse et de la Savoie, considérés dans leur ensemble, depuis le lac de Constance jusqu'à celui du Bourget, ou bien entre les vallées du Rhin et de l'Isère, dès que nous cherchons quelle est la répartition des groupes, et à plus forte raison celle des étages, toute certitude cesse, au moins pour un grand nombre de points. Nous avons retrouvé dans les Alpes, comme dans le Jura, des représentants exacts de nos quatre groupes; mais dans certaines portions de la seconde chaîne on a vu que les auteurs différaient sur la distinction des deux groupes supérieurs, dans la première que la base du groupe moyen avait été réunie au troisième, et enfin qu'une portion très considérable du lias était restée indéterminée. Si l'on ajoute que dans les Alpes les couches ne se trouvent nulle part dans leur position première, ni avec leurs caractères originaires, que dans un grand nombre de cas on est embarrassé pour assigner l'âge de la roche que l'on a sous les yeux, on en conclura que toute comparaison que l'on essayerait d'établir entre les dépôts jurassiques des deux côtés de la grande vallée suisse ne pourrait conduire à aucune généralité de quelque intérêt. Des causes multiples sont venues modifier l'ancien état de choses ; les altitudes très différentes qu'affecte une même couche sur divers points, la surface qu'elle occupe et qui ne représente plus son étendue première, ses épaisseurs très différentes, ses caractères pétrographiques variés, l'absence ou la rareté des fossiles sont autant de motifs qui ne permettent pas une synthèse de quelque valeur, un parallèle quelque peu symétrique.

Dans les monts Jura on peut encore par la pensée reconstruire la série dans son état normal ; on peut aisément combler les hiatus de la surface, déplier toutes ces rides et les ramener à des nappes con-

tinues superposées ; dans la région des Alpes un pareil travail ne paraît pas possible. Les dislocations sont tellement nombreuses, elles ont eu lieu sur une si grande échelle et avec une telle énergie, les modifications des roches sont souvent si profondes, que toute tentative à cet égard serait actuellement sans succès, et elle le sera sans doute longtemps encore, si même elle est rendue possible un jour par des recherches stratigraphiques et paléontologiques comparées extrêmement minutieuses.

Quant aux étages nettement tracés dans la plus grande partie du Jura, leur distinction dans les Alpes devient impraticable. Nous n'avons pu reconnaître avec certitude que le kimmeridge-clay dans le premier groupe ; dans le second l'équivalent de l'Oxford-clay proprement dit, et le représentant du sous-étage de Kelloway; d'autres petites subdivisions locales ne semblent pas correspondre au calcareous grit inférieur, au coral-rag ni au calcareous grit supérieur. Le troisième groupe est rudimentaire, sans sous-divisions possibles, et représenté par quelques fossiles, qui paraissent même souvent être associés à ceux des autres groupes. Le lias, le plus important des quatre, avec le groupe oolithique moyen, circonstance que nous aurons souvent occasion de rappeler, ne nous a offert, malgré son développement, aucune division bien prononcée. Cependant les espèces fossiles les plus caractéristiques de ses trois faunes principales y sont signalées. Tout en faisant abstraction des couches à anthracite, nous ne retrouvons aucun de ces horizons paléontologiques et pétrographiques si nettement tranchés, que dans d'autres pays nous avons pu suivre sur de grandes étendues. Laissons donc au temps, à la persévérance et à la sagacité des géologues futurs à préciser des rapports de détail que nous pouvons à peine soupçonner par analogie, et à éclairer tout ce qui reste encore d'obscur dans la géologie jurassique des Alpes. Simple narrateur des faits acquis à la science, il ne nous est pas donné de reconstruire l'édifice que tant de commotions ont agité, dont tant de bouleversements ont dispersé les matériaux, ni de retrouver et de remettre en place les innombrables feuillets de cet immense parquet.

Ce que nous pouvons seulement indiquer ici, c'est le contraste frappant que présentent les sédiments jurassiques lorsqu'on vient à les considérer sur les principaux points d'une coupe faite du N.-O. au S.-E., depuis la vallée de la Séverne dans le Gloucestershire jusqu'à celle du Rhône dans le Valais. Cette coupe, d'une étendue d'environ 300 lieues, est d'autant plus rationnelle que les systèmes de couches

secondaires qu'elle traverse courent du N.-E. au S.-O., direction caractéristique des dépôts jurassiques de l'ouest de l'Europe. Les détails que nous avons donnés dans le volume précédent et dans celui-ci sur chaque point de ce profil peuvent se résumer de la manière suivante.

Les dépôts dont nous nous occupons sont, dans cet espace, interrompus trois fois, ou masqués à trois reprises sous les sédiments secondaires, tertiaires et quaternaires du bassin gallo-britannien, de celui de la Saône et de la vallée suisse. Sur les bords nord-ouest et sud-est du premier les couches jurassiques se développent avec régularité, formant des zones successives parallèles à l'ancien rivage, et d'autant plus récentes qu'elles se rapprochent davantage de son centre. Bien que les étages et les sous-étages ne soient point partout également développés, et que les caractères pétrographiques éprouvent quelques modifications, il est rare qu'ils manquent tout à fait, et que leur place ne puisse être reconnue. Tous sont sensiblement encore dans leur position relative première, inclinant vers le milieu du bassin, atteignant, à peu d'exceptions près, des altitudes comparables très faibles (200 à 250 mètres), et représentant parfaitement une série de dépôts qui se seraient formés successivement dans un même vase. Les caractères des roches sont ceux que le temps seul leur a imprimés, et dans toutes nous retrouvons enfouis les restes bien reconnaissables des animaux que nourrissaient les eaux de cette période.

Mais déjà vers l'extrémité sud-est de la première portion de notre coupe, dans l'isthme jurassique qui sépare le bassin gallo-britannien de celui de la Saône, cette simplicité normale n'existe plus ; cet isthme résulte d'un bombement des roches, qui a modifié leur position première. Par suite elles ont été portées à des altitudes plus grandes que sur aucun autre point du périmètre du bassin (600 mètres). Elles ont été brisées, disloquées ; les lignes des strates dans les portions isolées ne se correspondent plus, et les vallées qu'a ouvertes ce premier phénomène ont été élargies par des dénudations postérieures. La Côte-d'Or nous offre ainsi les résultats d'un soulèvement avec les conditions les plus élémentaires ; c'est le premier degré d'une perturbation causée par la puissance des forces internes. (Voyez *antè*, vol. VI, p. 711-721.)

Au delà du bassin de la Saône, le même système de couches s'élève au-dessus de la plaine pour former cette autre ride montagneuse complexe, la chaîne des monts Jura. Ici les affleurements des dépôts ne se coordonnent plus par rapport à un centre, ni du

côté de la Bourgogne, ni du côté de la Suisse. Leur ordre d'apparition est interverti : les plus anciens sortent de dessous les alluvions de la Bresse, et les plus récents forment les crêtes élevées qui bordent la plaine suisse comme un rempart continu. Cette disposition se lie avec les altitudes plus grandes que ces dépôts atteignent le long de cette même bordure (1600 à 1800 mètres), avec des dislocations plus énergiques, plus multipliées, des accidents plus variés, des voûtes nombreuses ouvertes par en haut, des failles d'une grande hauteur, quelques plissements simples encore, mais assez fréquents. Cependant les caractères des roches sont restés intacts comme dans les cas précédents ; presque partout la séparation des étages et des plus petites divisions peut être faite; leur position relative s'est conservée, et la distribution des débris organiques peut être constatée aussi bien que dans la Côte-d'Or, la Normandie, le Gloucestershire et le Wiltshire. La chaîne du Jura nous montre donc le second degré des perturbations occasionnées par des actions dynamiques.

Jusqu'ici tout est encore facile à reconnaître à la première vue, et le géologue exercé retrouve aisément l'ancien état de choses. Les caractères des roches et les fossiles suffisent pour le guider et lever les petites difficultés résultant des irrégularités de la stratification. Mais au delà de la plaine suisse, lorsqu'il vient à traverser une troisième ride montagneuse, en grande partie jurassique, celle des Alpes bernoises, et qu'il atteint la rive gauche du Rhône dans le Valais, alors le tableau change complétement.

Les couches bouleversées, plissées, fréquemment renversées, soulevées à des altitudes de 3000 mètres, se présentent dans le plus grand désordre. Toutes leurs relations naturelles sont détruites par rapport à celles qui les ont précédées comme à celles qui les ont suivies. Les roches calcaires, argileuses ou arénacées, plus ou moins endurcies, toujours de teintes noires ou plus ou moins foncées, parfois changées en gypse, en anhydrite, en dolomie, en quartzite, en schiste, et devenant même cristallines; les fossiles altérés, méconnaissables, très rares, ou manquant tout à fait sur de grandes épaisseurs ; enfin, la difficulté des observations dans des montagnes aussi accidentées, tout concourt à rendre ici les recherches longues, pénibles, souvent infructueuses, et par cela même décourageantes. Ce troisième degré des modifications exercées par les agents internes du globe nous est présenté avec tous ses caractères dans la partie des Alpes suisses que nous venons d'étudier. Il est tout à fait en

rapport avec l'énergie comparable qu'on doit attribuer à ces divers phénomènes lorsqu'ils se sont produits à plusieurs reprises sur les mêmes points.

Cette coupe, qui nous montre ainsi les mêmes dépôts, ou mieux, les dépôts synchroniques dans quatre états différents, suivant l'intensité des causes perturbatrices qui les ont dérangées et altérées, vient encore à l'appui du principe que nous avons établi précédemment, savoir : « que si les caractères pétrographiques d'une » roche ne sont plus aujourd'hui , pour le géologue , un indice » de son ancienneté relative, ils sont cependant encore un signe » assez certain du plus ou moins d'énergie des phénomènes dyna- » miques qui ont accidenté le système de couches auquel elle appar- » tient, car l'importance des modifications qu'elle a éprouvées, » indépendamment de la proximité des produits ignés, est en » raison du plus ou moins d'intensité de ces mêmes phénomènes. » (*Antè*, vol. V, p. 4.)

APPENDICE

SUR LES ANTHRACITES DES ALPES OCCIDENTALES.

Observations diverses.

Nous avons indiqué (*antè*, vol. VI, p. 575) les motifs qui nous dispensaient d'exposer les travaux ayant pour objet la question si controversée de l'âge des anthracites des Alpes occidentales. Cette question n'est pas aussi simple qu'elle le paraît au premier abord, c'est-à-dire réduite à une contradiction entre les données paléontologiques et paléophytologiques, car, lorsqu'on ne considère que le point de vue purement géologique et stratigraphique, on trouve encore que les observateurs français, suisses, italiens et anglais qui ont le plus attentivement étudié le pays, sont arrivés à des conclusions différentes. En nous livrant nous-même à un nouvel examen de tout ce qui concerne ce sujet, nous ne pourrions espérer d'obtenir des résultats autres que ceux qu'a formulés M. A. Gaudry, après une analyse succincte de la plupart des matériaux publiés. Nous disons de la plupart, parce que certains travaux qui ne sont pas sans importance lui ont échappé, ainsi qu'à M. Laugel, et que nous aurons à en dire quelques mots pour compléter leurs recherches. Notre rôle d'historien, sans rien préjuger sur la solution du problème, nous imposait le devoir de ne rien négliger de ce qui pouvait l'avancer.

Après un résumé fort bien fait des études relatives à l'âge des

anthracites des Alpes, M. G. Curioni (1), se fondant sur quelques observations de Brard (2), a supposé un renversement dans la localité si souvent observée de Petit-Cœur en Tarentaise, renversement par suite duquel les couches à Bélemnites se seraient trouvées placées sous les schistes à fougères.

M. Lardy (3) n'hésite pas à mettre les poudingues de Valorsine dans la formation carbonifère, ainsi que les grès qu'on trouve sur la rive droite du Rhône, entre Martigny et Saint-Maurice. A Derbignon se rencontrent des empreintes de fougères du même âge. Entre Aigle et Ormont, M. Mérian a vu aussi dans cet étage une empreinte de *Sigillaria* et, sur un fragment de poudingue, le *Sigillaria hexagona*, ce qui a fait admettre, par les géologues réunis à Sion en 1852, que le conglomérat de Valorsine et de Trient appartenait aux grès carbonifères, et que les anthracites qui s'y trouvent sont de la houille modifiée par l'action de la chaleur (4). A Chaudolin, au delà de Sion, l'anthracite est depuis longtemps exploitée, et les empreintes végétales observées sur beaucoup d'autres points du Valais ne permettent pas de douter que les dépôts de la période carbonifère n'y soient parfaitement développés.

De son côté M. A. Favre (5) considère le poudingue de Valorsine, dans lequel on n'a jamais trouvé ni vrai granite, ni calcaire, comme constituant, avec des grès et des schistes argileux, la formation anthracifère des Alpes. Il est sans aucun doute inférieur au calcaire à Bélemnites, mais les deux systèmes de couches alternent au contact et ne sont point par conséquent discordants.

M. Studer (6), après avoir exposé la plupart des faits qu'il a reproduits depuis dans le premier volume de sa *Géologie de la Suisse* (7),

---

(1) *Sui terreni di sedimento inferiore*, etc. (*Memor. dell. I. R. Istituto lomb, d. sc. lett. ed arti*, vol. II, p. 11, 1845).

(2) *Minér. appliquée aux arts*, vol. I, p. 11, 1821.

(3) *Neu. Jahrb.*, p. 814, 1851. — *Ibid.*, p. 297, 1818.

(4) *Ibid.*, 1852, p. 822. — Voyez aussi : R. Blanchet, *Sur les couches à fougères du Valais, sur le flanc méridional de la Dent de Morcles* (*Bull. de la Soc. vaudoise des sc. nat.*, n° 18, p. 165, 1848).

(5) *Recherches géologiques faites dans les environs de Chamounix* (*Bull.*, 2e série, vol. V, p. 261, 1848. — *Arch. des sc. natur. de Genève*, vol. VII, p. 265, 1848).

(6) *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 833.

(7) *Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 78 et 356, 1851.

dont plusieurs passages ont été analysés par M. Laugel (1), terminait sa description par les réflexions suivantes : « Si nous voulons, dit-il, » nous prononcer sur ces relations, il faut admettre deux termes géo» logiques au lieu d'un. Il est certain que du Dauphiné jusque dans » le Valais, sur tout le versant oriental des montagnes de protogine » et de gneiss, il y a de bas en haut trois *formations* successives : » 1° *formation anthraciteuse inférieure* avec des empreintes de » fougères qui sont de la période houillère ; 2° *formation cal*» *caire* très développée avec des fossiles caractéristiques du lias et » des étages oolithiques inférieurs ; 3° *formation schisteuse su*» *périeure* aussi très considérable avec de l'anthracite et les mêmes » empreintes de fougères que dans l'inférieure. » Aussi, d'après ce qu'il a observé dans d'autres parties des Alpes et les principes qu'il a émis, l'auteur n'hésite-t-il pas à considérer les deux *formations schisteuses* comme représentant la véritable formation houillère ou carbonifère, et les calcaires qu'elles comprennent entre elles comme l'équivalent du lias et d'une partie des groupes oolithiques. On peut alors admettre, avec M. Favre, un pli caché dans la profondeur des deux formations schisteuses et qui, vers le haut, présenterait quatre ramifications, ou bien, comme il l'a supposé lui-même pour le Stockhorn, un bouleversement ou un soulèvement, puis une pression latérale et un renversement.

Dans tous les cas, poursuit M. Studer, cette relation anormale, qui s'étend du col du Chardonnet à celui de Ferret, n'est pas plus considérable que celle des calcaires jurassiques recouvrant les dépôts nummulitiques, depuis la vallée du Reposoir jusqu'au lac de Thun et même jusqu'à Glaris, ou bien que celle des formations secondaires qui recouvrent la mollasse depuis Genève jusque dans le canton d'Appenzell. On ne peut pas expliquer ces dernières anomalies par des changements survenus dans la composition de ces formations, et l'on ne peut pas non plus regarder comme régulières les relations stratigraphiques de la Maurienne et de la Tarentaise. Il faudrait en outre renoncer à tous les principes les mieux établis de la géologie et ne plus prendre pour règle que les exceptions. La monstruosité d'une combinaison dans laquelle des plantes houillères seraient naturellement associées avec des fossiles jurassiques a été démontrée par M. Heer (*vide posteà*), et il n'y a d'ailleurs qu'une seule localité, celle de Petit-Cœur, où le fait ait été observé. Quant à la réap-

(1) *Bull.*, 2ᵉ série, vol. XII, p. 570, 1855.

parition d'une flore disparue depuis si longtemps, c'est une hypothèse qui ne s'appuie sur aucun autre fait que celui en question.

Malgré cette opinion énoncée d'une manière si explicite, si parfaitement logique, et reproduite en quelque sorte graphiquement sur l'esquisse géologique jointe à son premier volume de la *Géologie de la Suisse*, où ces couches, placées sous le trias, sont désignées comme *calcaires et schistes des Alpes intérieures, formation paléozoïque*, on remarquera que le même savant, sur la légende explicative des cartes de la Suisse qu'il a publiées en 1853 et 1855 avec M. Escher de la Linth, met au-dessous de son *verrucano* (conglomérat de Sernf et de Valorsine), et par conséquent au-dessous du trias, des *schistes à Bélemnites* J, puis le *terrain à anthracite h'*, ce qui d'abord donne une représentation graphique très différente de ce qu'on vient de lire, et qui ferait croire ensuite que les schistes à Bélemnites J n'ont aucun rapport avec le lias, dont ils seraient en effet séparés par toute l'épaisseur du trias. Il y avait sans doute de grandes difficultés pour représenter sur une carte géologique les anomalies que l'on vient de rappeler; mais, n'ayant pas trouvé d'explication suffisante de la légende précitée, nous avons dû faire observer une contradiction qui n'est sans doute qu'apparente.

Enfin dans un dernier *mémoire sur le terrain anthracifère dans les Alpes de la Suisse* (1), communiqué à la Société géologique le 17 décembre 1855, et publié au mois de mai suivant, M. Studer examine de nouveau avec soin les relations de gisement des couches controversées, et termine en disant : « D'après ce qui précède, il » n'est pas à prévoir que la grande question sur l'âge du terrain » anthracifère et le singulier mélange de fossiles qu'il présente sera » définitivement résolue en Suisse. Les localités qui par des gîtes » d'anthracite ou des impressions de plantes houillères sont en » faveur de l'opinion qui tend à placer ce terrain au nombre des » plus anciens, sont séparées de celles où l'on trouve des fossiles » jurassiques par de trop grands intervalles, et des accidents de » roches ou de stratification trop divers, pour qu'il puisse être per» mis de coordonner les unes et les autres afin de servir à des con» clusions générales. Et supposé même que nous possédions des » fossiles jurassiques à la base d'un système de couches renfermant » des plantes houillères, nous sommes trop habitués en Suisse à » des renversements de tout un système de couches pour ne pas

(1) *Bull.*, 2e série, vol. XIII, p. 146, 1856.

» être en garde contre des conclusions qui seraient en contradic-
» tion manifeste avec les résultats de la science obtenus dans des
» pays moins bouleversés que le nôtre. Ce ne sera donc qu'après
» qu'il aura été prouvé, d'une manière péremptoire et ne souffrant
» plus aucun doute, que nous nous permettrons définitivement de
» réunir nos terrains jurassiques au terrain anthracifère de la Savoie
» et du Valais. »

M. G. Mortillet (1), reconnaissant l'exactitude de ce qu'avaient vu tous les géologues qui ont visité la localité de Petit-Cœur, a observé, de plus, qu'il y avait des Bélemnites dans les couches inférieures et supérieures à celles qui renferment des empreintes de fougères, et que dans les carrières de Naves les Bélemnites des couches les plus élevées différaient de celles des couches les plus basses. Parmi les premières sont des formes du lias, qui n'ont pas été déterminées spécifiquement, et les secondes appartiennent toutes à la même espèce, le *Belemnites paxillosus* (2). D'après cela, l'auteur croit que les assises de Petit-Cœur appartiendraient au lias inférieur (3e étage), et celles de Naves au lias moyen ou supérieur (2e ou 1er étage). Dans les schistes inférieurs à Bélemnites, il a aussi rencontré un fragment d'*Ammonites bisulcatus*, et il paraîtrait que dans un même échantillon de la roche on aurait reconnu un fragment de Bélemnite avec une empreinte de fougère.

Suivant M. Élie de Beaumont (3), l'alternance des couches à fossiles marins avec les couches d'anthracite se verrait à Petit-Cœur, à Naves, au col de la Madeleine et au col des Encombres.

Dans son *Prodrome de la géologie de la Savoie* (4), M. Mortillet a d'abord suivi l'opinion des géologues qui ont rapporté à l'étage de l'Oxford-clay les grès, les poudingues, les calcaires et les schistes à anthracite des Ouches, près de Chamouny, du Petit Saint-Bernard, de Sainte-Foix, d'Aime, de Bazel en Tarentaise, de Saint-Michel et du Mont-Ambin en Maurienne, où l'on trouve des plantes carbonifères, et cela de manière à placer ensuite dans le coral-rag le

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. X, p. 19, 1852.—*Verhandl. der Schweiz. naturf. Gesells. bis ihrer Jahrl. Versamm. zu Glarus*, 1851, p. 30.

(2) On a imprimé, par erreur, *B. minimus*, Mill., dans une lettre de M. A. Sismonda (*Bull.*, 2e série, vol. XII, p. 636, 1855). Cette erreur se trouve répétée dans l'ouvrage de M. Mortillet (*Prodrome de la géologie de la Savoie*, p. 34).

(3) *Bull.*, 2e sér., vol. X, p. 20, 1852.

(4) In-4, avec pl., p. 28.

Kimmeridge-clay et le Portland-stone, les calcaires cristallins et compactes du sommet des montagnes de Macot, du Mont-Ambin, du col de la Roue, au sud-ouest du Mont-Cenis. Il a également placé dans le lias les couches à empreintes de fougères des environs de Petit-Cœur, en ajoutant que la conclusion qui semble la plus naturelle et qui seule tranche la difficulté, c'est que dans « certains cas la flore houillère a pu être contemporaine de la faune liasique » (p. 34). Mais en étudiant lui-même la question avec un esprit plus indépendant, l'auteur est venu apporter un argument d'une certaine force, opposé à cette ancienne opinion, qui d'ailleurs ne résolvait rien et n'était en quelque sorte qu'une fin de non-recevoir.

M. Mortillet ayant examiné à Aime, à Macot, dans la vallée du Doron, un grand nombre de cailloux du poudingue supérieur aux anthracites rapportés à l'étage d'Oxford, les a, dit-il (p. 37), « toujours trouvés composés de roches cristallines, quartz, gneiss, stéaschistes, schistes noirs anciens, micaschistes et autres variétés de » ces roches auxquelles sont immédiatement superposées les couches inférieures du terrain anthracifère, les *couches infraliasiques* de M. Sismonda, les *couches carbonifériennes* de M. Fournet. Mais je n'ai pas rencontré le moindre vestige de calcaire, de » dolomie, de gypse, de schiste argileux proprement dit, d'ardoise ou même de grès et de poudingue remanié, roches qui pourtant, au moins en partie, existaient en grande abondance dans les » Alpes avant l'époque du lias supérieur, et à plus forte raison avant » celle de l'oxfordien. » Après avoir répondu aux objections que ces remarques pouvaient suggérer, l'auteur ajoute que ces recherches appuient complétement l'opinion de M. Studer, et que l'on doit ranger l'ensemble du terrain anthracifère dans la période carbonifère. Quant à l'anomalie présentée par les fossiles animaux et végétaux de Petit-Cœur, elle se comprendrait, dit-il encore, en admettant que le trias n'est pas représenté dans la Savoie, de sorte que la végétation carbonifère s'y serait perpétuée jusqu'à la période du lias, hypothèse que ce qui suit réfutera suffisamment.

Géophytologie

Les quelques omissions que nous venons de signaler, dans le travail d'analyse de MM. Gaudry et Laugel, n'ont, à l'exception des remarques de M. Studer et de M. Mortillet, qu'une faible importance, et nous eussions pu ne les mentionner qu'à titre de renseignements bibliographiques ; mais il en est d'autres qui, appartenant à un ordre de faits tout différent, doivent être prises en sérieuse considération. Si les parties stratigraphiques, géographiques et même

paléontologiques de la question ont été suffisamment analysées pour atteindre le but qu'on se proposait, il n'en a pas été de même de la partie paléophytologique. Nous ne trouvons, en effet, rappelé sur ce sujet que le premier mémoire de M. Ad. Brongniart, publié en 1828, et dans lequel sont indiquées 22 espèces de végétaux provenant des couches à anthracite des Alpes. Sur ce nombre, deux seulement n'avaient pas encore été citées dans la formation houillère proprement dite, mais elles avaient la plus grande analogie avec celles de cette formation.

On conçoit cependant de quel intérêt il était de suivre les progrès de la science dans cette direction : car, soit qu'il se fût élevé des doutes sur l'exactitude des premières déterminations spécifiques des empreintes végétales, soit que, le nombre des espèces découvertes augmentant, leur proportion, relativement à la flore houillère, ou à toute autre flore, ou même à celle des espèces nouvelles, en eût été plus ou moins modifiée, les conclusions opposées, déduites de la faune de ces mêmes dépôts, en eussent été par suite affectées, les données stratigraphiques infirmées ou confirmées, et la solution de la question eût marché dans un sens ou dans l'autre. C'était donc un point de vue fort essentiel à faire ressortir pour l'historique de la discussion.

Dans son discours anniversaire à la Société géologique de Londres, en 1846, M. L. Horner (1), après avoir résumé les travaux dont les anthracites des Alpes avaient été l'objet, regardait leur flore comme un exemple de la loi formulée par nous-même pour les animaux fossiles, et par Ed. Forbes pour les animaux marins vivants, savoir que les espèces qui vivent sur le plus grand espace ont aussi la plus longue durée dans le temps. Ce serait dans le cas actuel une simple persistance des espèces en un point. « Nous savons, dit M. Horner, que les mêmes plantes se trouvent dans des dépôts houillers appartenant aux roches paléozoïques carbonifères de l'Europe et du nord de l'Amérique, dans des régions qui diffèrent de plus de 30 degrés de latitude, et qu'elles ont par conséquent pu vivre sous des conditions très différentes de la surface du sol entre la période carbonifère et celle du lias. » Cette hypothèse du savant géologue anglais a été victorieusement combattue deux ans après par un de ses compatriotes.

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 210-211, 26 février 1846.

Mémoire de C. Bunbury.

M. C. J. F. Bunbury (1) reprit à son tour l'exposition des recherches relatives à ce sujet et y ajouta le fruit de ses propres observations. En examinant, dans la collection du musée de Turin, les empreintes de plantes provenant de la Tarentaise, leur état de conservation lui offrit d'abord d'assez grandes difficultés pour leur détermination spécifique. Il put néanmoins distinguer parmi elles 14 formes, sans toutefois se hasarder à les considérer comme des espèces. C'étaient 9 fougères, 2 Calamites, 3 *Asterophyllites* ou *Annularia*. 2 des fougères, l'*Odontopteris Brardii* et le *Pecopteris cyathea*, sont très probablement identiques avec des fougères de la formation houillère; 3 ou 4 autres sont aussi fort analogues à des espèces de la même période et pourraient être identifiées, quoique sans une certitude complète; 1 espèce ou variété remarquable de l'*Odontopteris Brardii* qui l'unirait à l'*O. obtusus*, Brong.; 1 autre, peut-être nouvelle, est fort voisine d'une plante houillère, et le dernier échantillon est trop imparfait pour être déterminé. Parmi les autres végétaux le *Calamites approximatus* et l'*Annularia longifolia* sont absolument identiques avec des espèces carbonifères, et 2 *Annularia* ou *Asterophyllites* sont au moins très voisins aussi; enfin le second *Calamites* est resté indéterminé.

Les échantillons provenant des environs de Chamouny et ceux du musée de Genève ont offert 10 formes distinctes : 1 Calamite indéterminée, 1 Astérophyllite et 8 fougères. Les deux premières plantes sont très voisines, sinon identiques avec des espèces houillères. Parmi les fougères, 2 seulement n'avaient pas été observées dans la Tarentaise. L'une d'elles, le *Neuropteris flexuosa*, est identique avec les échantillons de la Pennsylvanie et du cap Breton; l'autre se rapproche du *Neuropteris conferta*, Göpp., de la partie supérieure de la formation houillère. La collection de l'École des mines de Paris a présenté à l'auteur le *Lepidodendron ornatissimum*, Brong. (*Olodendron majus*, Lindl.), trouvé au col du Chardonnet, dans les couches rapportées à l'Oxford-clay.

« On voit, dit M. Bunbury (p. 134), d'après l'étude attentive que j'ai pu faire des plantes en question, que je suis arrivé aux mêmes conclusions que M. Ad. Brongniart, relativement à leur ressemblance générale avec celle de la formation carbonifère, quoique je

(1) *On fossil plants from the anthracite*, etc., Sur les plantes fossiles de la formation d'anthracite des Alpes de la Savoie (*ibid.*, vol. V, p. 130, 29 novembre 1848).

n'aie pu distinguer un aussi grand nombre d'espèces, ni prononcer avec la même confiance sur une grande partie d'entre elles. Un fait aussi remarquable que l'association des plantes caractéristiques d'une formation avec des restes d'animaux, qu'on suppose en caractériser une autre beaucoup plus récente, semble bien mériter l'attention des géologues. Les vingt années qui se sont écoulées depuis que ce fait a été signalé, vingt années si fécondes en recherches et en découvertes géologiques, n'ont pas apporté un second fait semblable ; rien n'a été observé qui ait pu atténuer ou expliquer cette anomalie ; l'association des plantes houillères avec les Bélemnites de Petit-Cœur reste encore un phénomène isolé et exceptionnel. »

Si d'ailleurs, poursuit l'auteur, un certain nombre d'échantillons laissent, à cause de leur état de conservation, des doutes sur la détermination des espèces, on peut du moins affirmer avec confiance que beaucoup d'entre elles ne peuvent être distinguées des plantes houillères, tandis qu'à l'exception du *Pecopteris Beaumonti*, Brong., à peine différent du *P. whitbyensis* Brong., (1), on ne trouve aucune analogie avec celles du lias ou des couches oolithiques.

En répondant à l'explication proposée ci-dessus par M. Horner, M. Bunbury fait remarquer que le principe sur lequel elle se fonde pourrait être applicable, s'il ne se trouvait pas d'autres plantes dans le lias, et si les roches sédimentaires déposées entre la période carbonifère et celle du lias n'étaient point, comme elles le sont en effet, caractérisées par des formes végétales bien distinctes. Ainsi la flore permienne, qui succède immédiatement à la flore carbonifère, lui ressemble beaucoup ; mais celle du trias, quoique encore bornée à un petit nombre de localités, est essentiellement différente par ses genres comme par ses espèces. Dans celle-ci, où dominent les *Albertia* et les *Voltzia*, et que caractérise cette remarquable fougère, l'*Anomopteris Mougeotii*, les 11 ou 12 autres espèces de cette dernière famille, provenant du grès bigarré de l'Alsace, sont toutes sans rapport avec celle des dépôts carbonifères. De nos jours encore les espèces les plus communes sont, à 2 ou 3 exceptions près, les

(1) *Histoire des végétaux fossiles*, p. 323. — Rectification de M. Bunbury (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VII, p. 194, 1851).

mêmes dans toute l'Europe, comme cela avait lieu pendant la période houillère.

Par conséquent lorsque nous voyons le grès bigarré de l'Alsace, si peu éloigné des dépôts houillers de la France et de l'Allemagne, caractérisé par une série de fougères tellement différentes qu'il n'y a pas une seule espèce commune entre les deux formations, nous sommes autorisé à conclure, dit M. Bunbury, qu'un grand changement de climat, ou d'autres conditions physiques ayant occasionné une modification correspondante dans la végétation, doit s'être produit entre les deux périodes. En outre, d'après l'hypothèse que nous venons de rappeler, la Tarentaise et une petite surface voisine auraient eu pendant ce temps le privilége de conserver la végétation carbonifère, quoique la distance de Soultz-les-Bains à Moutiers soit insignifiante, comparée à celle qui sépare les dépôts carbonifères de l'Angleterre de ceux de la Silésie, où l'on trouve tant de plantes communes. Enfin ce que l'on sait des végétaux du grès bigarré des autres pays confirme pleinement aussi ce que nous venons de dire.

La flore des marnes irisées qui leur a succédé, plus riche que celle du grès bigarré, est encore plus différente des végétaux carbonifères ; mais elle se rapproche davantage de celle de la période jurassique ; il est même difficile dans certains cas (grès de Hör, en Scanie, *Letten-Kohle* de Bavière) de prononcer si les plantes appartiennent à l'un ou à l'autre groupe, et beaucoup d'espèces sont certainement communes à tous deux. Mais des 68 espèces qu'on y a signalées aucune n'a été trouvée avec la houille, et le *Pecopteris Meriani* serait la seule offrant quelque analogie avec une plante carbonifère.

Les végétaux du lias sont moins nettement définis. Beaucoup de ceux qui sont cités dans les listes de M. Unger semblent, d'après M. Bunbury, appartenir plutôt à l'oolithe inférieure, tandis que les grès de Hör ont été rangés par M. Ad. Brongniart dans les marnes irisées (1). Autant qu'on la connaît, la végétation du lias diffère de celle des groupes oolithiques inférieur et moyen. On sait, quant à cette dernière, que, tant en Europe que dans l'Inde et aux États-Unis, elle n'a aucune espèce commune avec la flore carbonifère et qu'elle est particulièrement caractérisée par la prédominance de

---

(1) On a vu (*antè*, vol. V, p. 176) que M. Brongniart plaçait ces végétaux dans le lias.

tribus entières de plantes différentes et surtout par le grand nombre de cycadées.

M. S. Gras a signalé, dans le département de l'Isère, non loin de la limite des couches à anthracite, des dépôts jurassiques dans leur position normale, renfermant des empreintes de plantes tout à fait distinctes de celles des couches de combustible et affectant les caractères ordinaires de la flore jurassique. Or, si l'on considère avec quelques géologues cette série des Alpes comme représentant non-seulement le lias, mais encore le groupe oolithique moyen, il est difficile de concevoir les circonstances qui auraient conservé, dans un espace fort limité des Alpes occidentales, la même végétation pendant plusieurs périodes consécutives, tandis que celle des régions environnantes aurait éprouvé des changements répétés. Rien de semblable ne s'est encore présenté, ni dans d'autres formations, ni dans la flore actuelle.

Quant à cette autre opinion que les plantes des schistes de la Savoie n'ont pas végété sur son sol, mais qu'elles auraient été apportées de pays éloignés, que la flore carbonifère aurait continué à vivre dans des parties plus chaudes de la terre, longtemps après qu'elle était éteinte dans les régions tempérées, et enfin, que les plantes appartenant à ces zones chaudes auraient été accidentellement transportées au nord jusque sur l'emplacement actuel des Alpes, puis ensevelies dans les dépôts où nous les trouvons, alternant ou mêlées avec des Bélemnites, ce serait là, sans doute, une explication assez plausible à quelques égards ; mais M. Bunbury fait remarquer que les empreintes, quoique peu complètes, ne sont pas cependant dans un état fort différent de celui des plantes de la houille, et qu'on ne peut pas admettre que ces végétaux aient été amenés d'une grande distance. On ne comprendrait pas davantage comment ces fougères tropicales n'auraient pas été transportées dans toute autre partie de l'Europe que dans ce petit espace.

Ainsi la flore carbonifère, qui se montre presque identiquement la même sur tout le globe, et la flore jurassique, dont les caractères ne sont pas moins constants, séparées par une troisième qui diffère essentiellement de toutes deux, offrent une disposition parfaitement d'accord avec les lois reconnues de la distribution des êtres dans le temps et dans l'espace. Elle devait donc faire repousser la supposition que la plus ancienne de ces flores ait pu vivre, même localement, en même temps que la plus récente, sur un point plus méridional, car les différences de latitude, si l'on prend une époque

beaucoup plus rapprochée de la nôtre, n'ont jamais produit, à un moment donné, des modifications organiques aussi profondes que celles qu'on observe entre les flores carbonifère et jurassique.

Conclusions de M. Ad. Brongniart.

De son côté, M. Ad. Brongniart (1) écrivait en 1849 : « Cette » végétation de la grande période carbonifère disparaît presque » complètement avec elle ; la période permienne qui lui succède » n'en présente qu'une sorte de résidu déjà privé de la plupart de » ses genres les plus caractéristiques ; et pendant sa période vos- » gienne ou du grès bigarré, nous n'en trouvons plus aucune » trace.

» Je ne puis terminer cet exposé de la végétation de la période » carbonifère sans dire quelques mots de l'exception incompréhen- » sible qu'apporteraient, à cette distribution régulière et uniforme » des végétaux fossiles, les terrains anthracifères des Alpes, s'ils » appartiennent réellement à l'époque du lias, comme l'admet » M. Élie de Beaumont, ainsi que plusieurs autres géologues dis- » tingués qui se sont réunis à son opinion. . . . . » Quand on voit que les recherches entreprises par tant de savants et de collecteurs ont montré que les végétaux contenus dans ces couches sont, sans aucune exception, ceux de l'époque houillère, sans mélange d'un seul fragment des végétaux fossiles du lias, de l'époque jurassique, du keuper et du grès bigarré, on se demande en vain quelle explication donner à ce fait unique, et si les coquilles, si peu nombreuses, qui ont surtout « contribué à faire ranger ces terrains dans » l'époque jurassique, sont une preuve bien positive de cette posi- » tion géologique. Leur petit nombre, leur état de conservation si » imparfait, que leur détermination spécifique est, ou impossible, » ou fort douteuse, permettent-ils de leur donner plus de valeur » qu'à cet ensemble de végétaux nombreux, et la plupart bien » déterminables spécifiquement, qui se trouvent dans les couches à » anthracites (2) ? . . . . .

(1) *Dictionnaire universel d'histoire naturelle*, vol. XIII, p. 148, 1849.

(2) On vient de voir que depuis lors plusieurs fossiles avaient été déterminés spécifiquement, mais il suffisait que la présence des genres Ammonite et Bélemnite y eût été constatée pour qu'on pût leur appliquer le raisonnement inverse de celui qui a été fait pour les végétaux : savoir que deux genres aussi importants, et qui, nulle part encore, n'ont été trouvés avant la période du lias, auraient commencé à vivre pendant la période houillère sans qu'aucune trace

» J'ajouterai que depuis plusieurs années j'ai reçu des collections de
» fossiles des mines de La Mure et de la Tarentaise qui comprennent
» plus de 40 espèces, parmi lesquelles un grand nombre appar-
» tiennent aux genres les plus caractéristiques du terrain houiller.
» Telles sont les Sigillaires, au nombre de 8 ou 9, dont 5 bien
» déterminées, le *Stigmaria ficoides*, 3 *Lepidodendron*, 1 *Lepi-*
» *dophloios*, les *Annularia longifolia* et *brevifolia*, en un mot,
» tout l'ensemble de la végétation houillère telle qu'elle se présente
» à Saint-Étienne ou à Alais.

» Quant à l'explication tirée d'un transport de régions éloignées
» où cette végétation se serait maintenue, elle devient chaque jour
» moins admissible à mesure que le nombre des échantillons aug-
» mente et qu'on voit qu'il ne se trouve pas un seul échantillon
» des végétaux propres à la période liasique mêlé avec eux. »

Recherche de M. O. Heer

Enfin, M. Oswald Heer (1), après s'être rendu compte des conditions sous l'empire desquelles ont dû se déposer, dans l'eau marine, les couches qui renferment les Bélemnites et celles qui formées dans les eaux douces sont à Petit-Cœur remplies d'empreintes végétales, pense qu'un hiatus doit exister entre ces dépôts d'origine si différente, et que les caractères organiques, lorsqu'ils sont aussi tranchés, sont d'un beaucoup plus grand poids que les autres. En conséquence, il doit y avoir eu un renversement qui a porté les couches à Bélemnites sous celles à empreintes. Si, sur ce point, où les relations des strates sont le plus compliquées, la distinction nette entre les fossiles des uns et des autres prouve qu'ils ne sont pas contemporains, cette conclusion est encore plus évidente pour d'autres portions des Alpes, comme en Provence, dans le Valais et en Autriche, où les couches à anthracite reposent directement sur les schistes cristallins.

D'après les recherches des auteurs que nous avons cités et celles de M. Heer lui-même, 48 espèces de plantes ont été décrites dans les couches à anthracite. Sur ce nombre, 5 leur seraient propres jusqu'à présent (*Pecopteris Beaumonti*, *P. pulchra*, *Neuropteris Soretii*, *N. Escheri* et *Lepidophyllum corinicum*). 6 encore dou-

---

ait été rencontrée dans les dépôts permiens et triasiques intermédiaires entre ces deux périodes.

(1) Sur les plantes des anthracites des Alpes (*Neu. Jahrb.*, 1850, p. 657. — *Mittheil. der nat. Gesellsch. in Zurich*, 1850. — *Arch. de la bibl. univ. de Genève*, mars 1851. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VII, p. 91 des Notices, 1851).

teuses, à cause de l'état des échantillons, ont le plus grand rapport avec des plantes carbonifères. 37 ou *les trois quarts sont identiques* avec des espèces de cette dernière période, et *aucune* ne se rapporte à la flore du trias, ni à celle du lias. La plupart de ces 37 espèces ont leurs analogues dans les couches carbonifères les plus basses. Le *Calamites cannæformis*, Schloth., et le *Neuropteris Loshii*, Brong., apparaissent même dans le terrain de transition. Le *Cyatheites Schlotheimi*, l'une des espèces les plus abondantes avec le *Neuropteris tenuifolia*, Schloth., ou des formes extrêmement voisines, se trouvent dans les couches de transition d'Oporto placées dans le système silurien. Les *Stigmaria*, les *Lepidodendron* et l'*Odontopteris Brardii*, fréquents dans la formation carbonifère inférieure, se trouvent aussi dans les schistes à anthracite.

Ces dépôts charbonneux s'étendent non-seulement dans le sud de la France, en Savoie et dans le Valais, mais encore à travers le canton de Glaris, dans l'Engelberg, au Todi et probablement dans les Alpes de l'Autriche. On les a signalés en Styrie, dans le Salzbourg, en Carinthie, entre Gmund et Turrach, et en Carniole les recherches de M. Unger (1) prouvent que les anthracites des Alpes de l'Autriche sont contemporaines de celles des Alpes occidentales. Là aussi les schistes noirs à empreintes de fougères reposent sur le schiste talqueux et le gneiss sans renfermer aucune trace d'organisme marin. Sur 44 espèces décrites comme provenant de cette localité, 13 sont identiques avec des plantes de la Savoie, et, des 31 restant, 28 sont de véritables plantes carbonifères. Comme les 12 ou 13 précédentes sont aussi carbonifères, il y a 40 véritables plantes de cette période dans les couches de la Styrie. Parmi elles on peut citer 5 Calamites, le *Stigmaria ficoides*, l'*Annularia fertilis*, 13 espèces de *Sigillaria* et 4 *Lepidodendron* qui, à une seule exception près (*Sigillaria parallela*), sont toutes des espèces trouvées dans la houille d'Europe, en partie dans celle de l'Amérique du Nord, et regardées comme les plus caractéristiques de la formation.

Ainsi nous avons en tout, dans les anthracites de la Styrie et des Alpes occidentales, 79 espèces dont 8 propres à ces dépôts et 7 environ sont douteuses, tandis que 64 se rapportent évidemment à des espèces houillères. Cet accord n'existe pas seulement quand on compare les flores réunies des diverses localités avec celle de la for-

(1) Sur un ancien dépôt de plantes dans la Stang-Alp, en Styrie, 1843.

mation carbonifère, mais aussi lorsque chacune d'elles en particulier est comparée à cette dernière. Ainsi la flore de Petit-Cœur s'accorde d'une part avec celle de la formation carbonifère, et de l'autre avec celle des divers gisements anthracifères. Cette observation est importante parce qu'autrement on pourrait croire que la superposition énigmatique au-dessus du lias des couches à empreintes de Petit-Cœur serait expliquée en admettant qu'elles ont été rapportées par erreur à la même formation que les autres.

Il est évident d'après cela que si, pour classer tous ces gisements liés par une flore commune, par des relations géognostiques identiques ou comparables, et par des caractères pétrographiques également semblables, c'est-à-dire par toutes les circonstances qui forcent à admettre leur parallélisme, on prenait les relations telles qu'elles paraissent être à Petit-Cœur, on prendrait l'exception pour la règle, on expliquerait ce qui est simple, normal et général par ce qui est obscur, accidentel et purement local.

La flore des anthracites des Alpes, poursuit M. Heer, diffère complétement de celle du lias. Déjà se montrent dans le système permien des espèces et des genres qui n'existaient pas dans la formation carbonifère, et ces différences sont encore plus prononcées dans le trias. Non-seulement toutes les espèces sont distinctes, mais toutes les formes qui ont joué le rôle le plus important pendant la période carbonifère ont disparu. Ainsi plus de sigillariées, d'homatophyllées, de stigmariées, d'annulariées ni d'astérophyllées; les *Lepidodendron* ont aussi cessé de se montrer, et à leur place les équisétacées, par leur nombre et leurs dimensions gigantesques, constituent le caractère important de cette flore concurremment avec les cycadées et les conifères.

A ce développement de la flore du trias succède celle du lias qui la rappelle sous beaucoup de rapports et plus particulièrement la végétation des marnes irisées, mais qui n'en est pas moins complétement différente de celle du système houiller. D'après les recherches faites par M. Fr. Braun, à Culmbach près de Baireuth, les espèces du lias aujourd'hui connues sont au nombre de 145. Toutes, sans exception, sont complétement différentes de celles de la formation carbonifère, et très peu sont identiques avec des espèces des marnes irisées. Non-seulement les espèces, mais la plus grande partie des genres et même des familles de la période carbonifère ont cessé d'exister. Les fougères et les équisétacées ne formaient plus les forêts ; les premières, quoique encore abondantes, se montrent

sous des formes particulières de feuilles digitées et de veines réticulées (*Sagenopteris*, *Camptopteris*, *Thaumatopteris*, *Laccopteris*, *Clathropteris*), et comme arbres forestiers ce sont les conifères, particulièrement les *Araucaria*, les *Brachyphyllum* et les *Palissya*, avec de nombreuses cycadées qui apparaissent pour la première fois.

Telle était la flore de la période du lias dans le nord de l'Allemagne; mais, si l'opinion qui rapporte aussi les anthracites à cette période était fondée, il y aurait donc eu en même temps, dans le voisinage, une flore qui d'une part en différait totalement, tandis que de l'autre elle s'accordait tout à fait, non-seulement avec les familles et les genres de végétaux, mais encore par l'identité des espèces avec la flore carbonifère infiniment plus ancienne. Nous devons supposer alors, dit M. Heer, qu'une portion de la flore carbonifère avait continué à se propager jusqu'à la période du lias, suivant une large zone qui du département de l'Isère s'étendait en Carinthie, ou bien, puisque la terre avait éprouvé tant de révolutions dans l'intervalle, il est plus probable que cette flore ancienne a été recréée de nouveau, pendant le dépôt des marnes irisées, et, à quelques milles de distance seulement de cette bande de terre, une végétation tout à fait différente florissait dans le canton de Bâle, comme durant le dépôt du grès bigarré dominait en Alsace une végétation complétement différente aussi de celle de la formation carbonifère.

Une portion de la flore carbonifère aurait donc été introduite parmi les flores tout à fait différentes du trias et du lias, et cela sur un seul point, alors qu'aux environs la terre était couverte de plantes qui montrent les relations les plus intimes dans le développement de la vie végétale. Cette hypothèse est tellement en contradiction avec tout ce que l'expérience nous apprend sur l'histoire de la succession des végétaux à la surface de la terre, qu'elle ne peut être admise plus longtemps; et si l'on considère en outre que la flore carbonifère, telle qu'on la connaît aujourd'hui, offrait partout les mêmes caractères généraux, et que l'on rencontre beaucoup d'espèces identiques sur les points les plus éloignés, on est invinciblement amené à conclure qu'il en a été de même pendant le dépôt du lias. Bien qu'on ne sache pas encore par l'observation directe si les plantes de cette dernière période avaient une distribution aussi générale, la considération de sa faune peut suppléer ici à celle de la flore pour prouver la similitude des produits organiques à un moment donné sur d'immenses étendues de notre planète.

M. Heer s'attache ensuite à faire voir que, bien qu'on en ait dit, les plantes peuvent, comme les animaux, servir à caractériser les formations, et que rien encore ne porte à penser que, dans la série des temps géologiques, les deux règnes organiques aient été soumis à des lois différentes dans leur développement et leur distribution (1). Enfin le savant botaniste termine en démontrant que l'état de conservation des plantes et leur grande quantité ne permettent pas d'admettre un charriage de pays plus ou moins éloignés des endroits où on les trouve enfouis aujourd'hui.

On voit en résumé que dans cette question, si longtemps agitée et encore pendante, de l'âge des anthracites des Alpes occidentales, les géologues ne sont d'accord ni entre eux ni avec les botanistes les plus compétents qui s'en sont occupés, tandis qu'il y a, depuis vingt-deux ans, la conformité la plus parfaite dans les conclusions de ceux-ci, à quelque pays qu'ils appartiennent. Cette dernière circonstance n'est pas une des moins singulières de la discussion, et nous avons dû insister avec quelques détails sur les preuves d'une aussi rare unanimité qui acquiert par cela même une grande valeur scientifique.

---

(1) C'est à tort que le *Calamites arenaceus*, Brong. (et non *arenarius*) a été cité par sir R. Murchison (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 178, 1848) comme se trouvant à la fois dans la formation houillère et dans le trias. M. Brongniart, ainsi que les autres paléophytologistes, ne l'indique que dans cette dernière formation.



CHAPITRE II.

FORMATION JURASSIQUE DE LA PÉNINSULE IBÉRIQUE.

DISTRIBUTION GÉNÉRALE.

Dans la partie de l'Europe occidentale que nous avons étudiée jusqu'à présent, si nous en exceptons le versant nord des Pyrénées, les dépôts jurassiques se sont toujours présentés par grandes masses, occupant des surfaces plus ou moins continues qui se coordonnaient régulièrement au relief des roches plus anciennes contre lesquelles ils s'appuient, ou bien formant à eux seuls des systèmes de montagnes d'une assez grande étendue.

En outre, depuis les contrées de l'ouest de l'Angleterre jusqu'aux Alpes et au centre de l'Allemagne, dans le bassin du Danube, nous avons trouvé une série très complexe d'assises et d'étages, atteignant parfois une grande puissance et offrant, dans son épaisseur, une succession de faunes non moins variées que les caractères pétrographiques des roches. Si à ce large développement horizontal et vertical de la formation jurassique du centre et de l'ouest de l'Europe, nous comparons maintenant ses caractères dans toute l'étendue du vaste appendice en forme de quadrilatère qui la termine au sud-ouest et que nous avons désigné sous le nom de *Péninsule ibérique*, nous reconnaîtrons que ceux-ci diffèrent des précédents à beaucoup d'égards.

En effet, d'après les recherches les plus récentes que nous trouvons exprimées sur la carte encore inédite de M. Ed. de Verneuil, résultat précieux de six années d'études les plus persévérantes et les plus actives faites avec MM. Collomb et de Lorière, et dont tous les détails essentiels ont été reproduits sur la carte géologique de l'Europe, par sir R. Murchison et J. Nicol (1), ainsi que sur celle de A. Dumont qui doit bientôt paraître, on voit que les dépôts jurassiques n'offrent, à la surface de la péninsule, que des îlots discontinus, plus ou moins étendus, plus ou moins éloignés les uns des autres, et toujours allongés dans certaines directions dé-

---

(1) *Geological map of Europe*, en 4 feuilles. London, Edinburgh, 20 mars 1856.

terminées, soit au Nord, soit à l'Est, soit au Sud (1). Quelques autres lambeaux s'observent à l'ouest, le long de la côte, de sorte que toute la partie centrale de la presqu'île, comprenant un vaste triangle équilatéral dont les sommets seraient vers Chinchilla à l'est, les caps Ortégal et Finistère au nord, la Sierra de Manchique dans les Algarves au sud, serait complétement dépourvue de sédiments de cet âge. Nous devons donc, avant de décrire ces dépôts, rechercher les lois apparentes de leur distribution à la surface de la péninsule, afin de les grouper dans leur ordre le plus naturel et d'en faciliter l'intelligence au lecteur.

Si nous négligeons pour un moment ceux des côtes occidentales, les principales directions auxquelles ces lambeaux paraissent être assujettis sont : E. quelques degrés S., à O. quelques degrés N., puis N.-O., S.-E. et N. 25 à 30° E., à S. 25 à 30° O.

Au pied du versant sud des Pyrénées occidentales, une bande jurassique s'étend des environs de Lanz par Tolosa, à l'O.-N.-O. vers Ermua, pour se terminer à Guerricaiz. Un lambeau très limité est marqué au nord-est de Tolosa, près de Gayzueta ; un autre assez douteux borde la côte autour de Bermeo, et un quatrième passe au nord de Bilbao, dans le prolongement de celui de Tolosa, dont il faisait probablement partie. Au sud de Santander, entre les petites rivières de Miera et de Nansa, est une bande dirigée exactement E.-O. qui, à son extrémité occidentale, se replie en formant un zigzag, suit au S.-E. le trias autour de Reynosa, puis l'Èbre au S. jusqu'au coude que fait cette rivière pour se diriger ensuite à l'E. Cet appendice de Lombrena vers Fuencaliente peut être regardé comme le commencement d'une série d'îlots dirigés du N.-O. au S.-E., et sur lesquels nous reviendrons tout à l'heure. Les deux directions semblent se couper sur la rive droite de la Nansa. Plus à l'ouest, une bande étroite s'étend de Ribadesella à Lastres pour atteindre la côte en se prolongeant un peu à l'est de Gijon, et un autre dirigé de même au sud de Villaviciosa est complétement entouré par le trias.

Si, à ces divers lambeaux du versant nord de la chaîne cantabrique et à celui de Tolosa qui s'étendrait à la fois sur les deux versants de l'extrémité des Pyrénées proprement dites, on ajoute vers

---

(1) De Verneuil et Collomb, *Coup d'œil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne* (*Bull.*, 2e série, vol. X, p. 104, 1852).

l'est la grande bande que nous avons décrite au pied nord de cette chaîne, entre la vallée de l'Ariége et celle d'Osse, on aura une série d'affleurements jurassiques alignés sensiblement E. O., et complétement interrompue, entre Arudy et Lanz, par le massif des Pyrénées dont la direction est O. 18° N. à E. 18° S.

La ligne de partage des bassins de l'Èbre et du Duero, au nord de Burgos, est alignée généralement du N.-O. au S.-E.; c'est aussi la direction des lambeaux jurassiques qui, interrompus entre Fuencaliente et Villa-Franca, à l'est de Burgos, par les dépôts crétacés et tertiaires de la ligne de partage, tracent ensuite des bandes plus ou moins larges, plus ou moins découpées, entourant le terrain de transition et le trias jusqu'au bord du Xalon au nord de Calatayud. Sur leur prolongement au S.-E. on rencontre encore, de Belchite à Muniesa, Blesa, et jusqu'autour de Montalban au nord de Teruel (Aragon), plusieurs îlots subordonnés à l'alignement des rides de transition. Au sud de cette série d'affleurements jurassiques, allongés dans le même sens, on voit, s'étendant de l'extrémité orientale de la chaîne du Guadarrama jusqu'aux environs de Ségorbe, de Requena et d'Yniesta, dans le royaume de Valence, le massif jurassique le plus considérable de la Péninsule, et comprenant les sierras de Javalambre, d'Albarracin, les montagnes où naissent le Tage, le Guadalaviar, le Cabriel, etc. Ce massif, extrêmement découpé sur ses bords, entoure une multitude d'îlots du trias ou du terrain de transition, et est circonscrit à son tour par des dépôts crétacés et tertiaires dont on trouve même plusieurs épars à sa surface.

Quoique les portions de ce massif, qui se trouvent sur la rive gauche du Guadalaviar, semblent affecter une direction rapprochée du N., S., elles nous paraissent encore en faire partie, ainsi que les petits îlots de Requena et d'Yniesta. Il en serait de même de ceux de la rive droite du Xucar à l'ouest d'Ayora. Les relations de ceux de Villar, à l'est de Chinchilla, et d'autres au sud paraissent être plus douteuses.

Entre les parallèles de Tortosa et de Tarragone, l'Èbre traverse une masse montagneuse ou chaîne côtière de la Catalogne, allongée du N. 25° à 30° E., au S. 25° à 30° O., dans laquelle les couches jurassiques se trouvent disposées, par rapport au terrain de transition et au trias d'une part, aux formations crétacée et tertiaire de l'autre, à peu près comme on vient de le voir dans le massif précédent, sauf la direction des accidents. Ceux-ci se continuent au N. 25° à

30° E. parallèlement à la côte, et sont à peu près perpendiculaires à ceux que nous avons suivis depuis la chaîne crétacée de la Sierra de Oca, au nord-ouest de Burgos, jusqu'à la Sierra de Peña-Golosa, au nord-nord-est de Castellon de la Plana. Peut-être la grande élévation de ce dernier massif serait-elle due au croisement des deux directions. Cette chaîne côtière de la Catalogne forme la base ou le troisième côté du triangle montagneux, dans lequel est compris le bassin de l'Èbre, et dont le sommet se trouve vers la source même du fleuve.

De même que l'on a vu une seconde ligne d'affleurements jurassiques, allongée parallèlement du N.-O. au S.-E. depuis les environs de Siguenza jusque près du terrain houiller d'Hinarejos, entre Cuenca et Requena, de même on trouve, au sud de la chaîne N.-E., S.-O., dont nous avons parlé en dernier lieu, une série de lambeaux jurassiques allongés et alignés aussi du N.-E. au S.-O. Ils commencent dans l'île de Majorque et apparaissent sur le continent dans la sierra del Rollo près de Crevillente, à l'ouest d'Alicante, pour se continuer par les hautes montagnes d'Espuña, de Maria, de la Sagra, de Cazorla, de Jaen, etc., jusqu'à Gibraltar et Tarifa. Ils circonscrivent ainsi, au nord et au nord-ouest, le massif métamorphique de la Sierra Nevada et ceux qui s'y rattachent au nord-est et au sud-ouest.

Les caractères et la répartition de ces grands lambeaux au nord-est de Lorca, de Velez el Blanco à Cullar de Baza, du mont Jabalcol, ont été assez exactement déterminés par MM. de Verneuil et Collomb, mais ceux d'Elvira à Ubeda, de Jaen à Lucena, qui occuperaient au sud du Xénil les sierras de Loja et d'Antequera, ainsi que les montagnes de Ronda et d'Ubrique, depuis Alhama et Estepa jusqu'à l'extrémité de la Péninsule, sont encore imparfaitement connus. Nous en dirons autant des deux lambeaux des environs de Loulé, et de celui du cap Saint-Vincent, sur la côte méridionale des Algarves qui termine la Sierra de Manchique.

Si l'on remonte au nord, le long du littoral du Portugal, on trouve encore indiqués des dépôts jurassiques à l'ouest de Setubal, longeant le promontoire d'Espichel, puis entourant au sud le massif granitique de Cintra, et d'autres formant des bandes étroites de Santarem à Coïmbre, ou bordant le trias de cette dernière localité, ou bien encore s'étendant du cap Mondego à l'est pour remonter au nord-est vers Somal.

Cet éparpillement des roches jurassiques, sur le pourtour du grand massif triangulaire du centre de la Péninsule, n'est pas seulement le résultat de dislocations postérieures à leur formation,

mais encore des circonstances physiques contemporaines très variées, sous l'empire desquelles les sédiments se sont déposés. Malgré leur étendue superficielle, on peut remarquer que, considérés dans leur ensemble, ils ne nous présentent cependant qu'une série fort incomplète relativement à ce que nous avons vu au nord des Pyrénées. Ainsi, des groupes oolithiques supérieur et inférieur nous ne trouverons que des rudiments restreints à quelques localités; les groupes moyen et du lias, quoique les plus constants, ne sont encore représentés que par un petit nombre de leurs subdivisions ou étages; dans le premier, celui d'Oxford, et dans le second, les deux étages supérieurs, l'existence du troisième étant encore fort douteuse.

Pour nous conformer à la marche adoptée dans les volumes précédents nous commencerons l'examen des couches jurassiques de la Péninsule ibérique par celles de l'ouest ou du Portugal.

§ 1. — Portugal.

Dès 1832 M. d'Eschwege(1) avait signalé des calcaires de la période jurassique à l'est des granites de Cintra; mais on a vu, lorsque nous avons traité de la formation crétacée du Portugal (*antè*, vol. V, p. 19-26), quelles étaient encore l'obscurité et l'incertitude résultant des caractères minéralogiques, stratigraphiques et paléontologiques des couches les plus basses comparées à celles que M. D. Sharpe rapporte à la formation jurassique; nous devons donc renvoyer le lecteur à ce que nous avons dit à ce sujet. Nous rappellerons seulement que ce géologue mentionne, dans sa série *sous-crétacée*, les fossiles jurassiques suivants: *Cidaris glandifera*, Gold., *Cardium dissimile*, Sow., *Gervillia aviculoides*, id., *Perna rugosa*, Gold., *Nerinea Bruntrutana*, Thurm., *N. grandis*, Voltz; mais, d'après la prédominance d'autres espèces dans les mêmes couches (sables ferrugineux et calcaires coralliens), il les rapporte au grès vert.

M. Sharpe (2) représente les assises crétacées inférieures comme étant interrompues çà et là par des calcaires jurassiques qui sortent

(1) *Arch. für Miner. de Karsten*, vol. V, 2e cahier, p. 365, avec coupes. — A. Boué, *Résumé des progrès de la géologie en* 1832, p. LVIII.

(2) *On the secondary district of Portugal*, etc., avec coupes, esquisse d'une carte et 1 planche de fossiles jurassiques (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 135, 1850). — *Revista minera*, vol. II, p. 339, 1851. Traduction de M. P. Cia.

de dessous à stratification discordante. Ceux-ci forment plusieurs chaînes de collines indépendantes les unes des autres et dont l'âge se déduit seulement des fossiles qu'elles renferment. D'après l'auteur, la plupart des termes de la série oolithique auraient ici leurs analogues, et il les décrit en commençant par ceux qu'il suppose être les plus anciens.

Chaîne de Monte-Junto à la Mondego.

Une chaîne de collines calcaires, ayant son origine à Monte-Junto, 40 milles au nord de Lisbonne, se prolonge dans cette direction l'espace de 90 milles jusqu'à la rivière Mondego, un peu au-dessous de Coïmbre et avec une largeur qui dépasse rarement 1 à 2 milles. A Monte-Junto son élévation est d'environ 600 mètres, et les couches redressées plongent à la fois à l'E., au S. et à l'O. de 40° à 80°, tandis qu'au nord elles sont brisées et séparées du reste de la chaîne par une fente étroite et profonde (le Ferrandouro) que parcourt la route.

Les assises jurassiques, contre lesquelles s'appuie la série crétacée composée de grès et de calcaires alternants, sont ici formées par un calcaire argileux dur, blanc ou grisâtre, à cassure quelquefois conchoïde, avec des Ammonites et des débris de crinoïdes accumulés par places. Les *Ammonites Boucaultianus*, d'Orb.? *colubrinus*, Rein., *Polyplochus*, id., et *tortisulcatus*, d'Orb., ont fait rapporter ces roches à la partie supérieure du système oolithique ; mais nous pensons qu'elles doivent appartenir au groupe moyen, et en supposant encore que la citation de l'*A. Boucaultianus* soit le résultat d'une erreur, car cette espèce appartient au troisième étage du lias.

Les calcaires d'Alto da Serra peu élevés, et d'un mille de largeur, plongent à l'E. de 60° à 70°. Ils sont traversés par une masse de trapp et recouverts de chaque côté de la chaîne, à stratification discordante, par les grès ferrugineux et les calcaires crétacés, inclinés de 20° à 30°. D'Alto da Serra à Carvalhos, les bancs inférieurs sont souvent un peu oolithiques et associés à des grès calcaires à grains fins donnant une bonne pierre d'appareil. Au-dessus, les calcaires semblables à ceux de Monte-Junto plongent de 30° à l'E. A partir de Carvalhos, la chaîne tourne brusquement à l'E., et au delà de Porto-de-Moz et d'Aire, elle s'élève en masses puissantes, forme la Serra d'Aire, et se dirige au N.-O. A Val-d'Ovos, les calcaires blancs, durs, compactes, à cassure conchoïde, avec des Bélemnites, des crinoïdes et des polypiers, plongent de 10° à l'E.-S.-E. Sur le versant occidental de la chaîne, ces calcaires recouvrent un grès ferrugineux, tendre, renfermant de petits bancs calcaires, et, sur le versant op-

posé, ils sont recouverts à leur tour par des grès ferrugineux concordants, mais dont l'âge est resté indéterminé.

A l'est de Rendinha, les calcaires compactes blancs se relèvent pour former la Serra de Rabacal ou d'Ancião. A Condeixa, la direction est N. et les couches subverticales renferment des bancs de grès ferrugineux subordonnés. Elles supportent des sables crétacés fort peu inclinés. La chaîne s'abaisse ensuite jusqu'à la Mondego. Le calcaire blanc peu solide de Thomar, qui, vers le haut, passe à un grès calcarifère blanc, sans fossiles, repose à 3 milles à l'ouest de la ville, sur des sables ou des grès ferrugineux dont l'âge est encore incertain, bien que ce dernier recouvre à son tour le calcaire jurassique du val d'Ovos.

Calcaire et grès de Coïmbre.

La ville de Coïmbre est bâtie sur une puissante assise calcaire, qui s'élève de dessous les roches crétacées inférieures. Vers le haut alternent des lits minces de calcaire argileux et de marne; puis vient un calcaire gris, dur, compacte, fort épais, plongeant de 30° à 45° au N.-O., qui supporte les constructions de la ville et s'étend en demi-cercle des deux côtés de la rivière. Les fossiles y sont très rares. Dans la partie supérieure de Coïmbre, ces bancs recouvrent d'une manière concordante une série ferrugineuse arénacée, très puissante, plongeant de 30° au N.-O., et composée des couches suivantes à partir des calcaires :

1. Conglomérat calcaire, dur, solide, peu épais.
2. Grès ferrugineux, tendre, avec quelques lits de marnes bleues et rouges.
3. Sables ferrugineux.
4. Grès ferrugineux renfermant de nombreux blocs de schistes endurcis, de jaspe, etc.

A Portella, à 4 milles à l'est de Coïmbre, le grès s'appuie contre une chaîne de schistes micacés, courant presque N., S., et formant la limite orientale de la région secondaire. Les calcaires et les grès dont nous venons de parler en dernier lieu n'ont pas d'ailleurs pour M. Sharpe une place bien déterminée dans la formation jurassique.

Calcaire et charbon du cap Mondego.

Le long de la côte, entre Buarcos et l'extrémité du cap Mondego, on remarque la coupe suivante :

1. Grès rouge avec quelques lits de marne, plongeant à l'E.-S.-E., puis au S.-E. C'est la couche jurassique la plus élevée du pays.
2. Grès divers avec quelques lits de calcaire impur, plus nombreux vers le bas.

3. Calcaire grossier avec quelques bancs de grès, de petites Huîtres, etc., et plongeant de 40° au S.-E. 30m
4. Grès puissants avec quelques lits minces de calcaires, des Huîtres, des Térébratules, et plongeant aussi de 40° au S.-E. Vers le bas les calcaires sont plus fréquents.

Les assises 3 et 4 renferment : *Corbula trigona*, Roem., *Mytilus beirensis*, nov. sp., *Dianchora bicornis*, id., *Perna mytiloides*, Lam., *Ostrea solitaria*, Sow., *Terebratula bisuffarcinata*, Schloth.

5. Série charbonneuse comprenant :

a.	Lits minces de calcaires, de grès et de marnes. . .	1,55
b.	Charbon.	0,60
c.	Alternances de calcaire et de marne grise.	3,60
d.	Charbon.	0,30
e.	Marne et grès.	1,50
f.	Charbon.	0,15
g.	Argile charbonneuse et calcaire alternant.	1,80
h.	Charbon.	0,30
i.	Alternance d'argile schisteuse et de calcaire . . .	2,40
j.	Charbon.	0,30
k.	Marne grise	0,90
l.	Charbon, seul banc exploité. . . . . 0,90 à	1,21
m.	Marne grise.	1,80

6. Calcaire terreux, blanchâtre, en lits minces, alternant avec des lits de marne bleue, de 0m,15 à 0m,60 d'épaisseur. Ces couches, qui renferment de très grandes Ammonites, ont l'aspect du lias.
7. Marnes rouges?

L'épaisseur totale des bancs de combustible est d'environ 3 mètres. Il est bitumineux et contient beaucoup de pyrites, ce qui en restreint l'emploi. Des débris de *Zamia* ont été trouvés dans la marne grise (*m*). Ils appartiennent à une variété (var. *mundæ*) du *Zamites gramineus* des couches jurassiques charbonneuses du Yorkshire.

M. Sharpe signale, dans l'assise n° 6, les *Terebratula Astieriana*, d'Orb., *decorata*, Schloth., *perovalis*, Sow., les *Ammonites anceps*, Rein., *Bakeriæ*, Sow., *Brongniarti*, id., *discus*, id., *hecticus*, Rein., *Henrici*, d'Orb., *Humphriesianus*, Sow., *macrocephalus*, Schloth., *modiolaris*, Lhuy., *oolithicus*, d'Orb., *plicomphalus*, Sow., plus trois espèces indéterminées; d'où il conclut que l'assise appartient à la partie inférieure de la série oolithique. Si l'on admet l'exactitude de ces déterminations, on remarquera que, sur 14 espèces, 5 appartiennent ordinairement à l'étage d'Oxford,

3 à celui de la grande oolithe, 5 à l'oolithe inférieure, et 1 aux argiles crétacées à Plicatules. Peut-être cette dernière serait-elle la *Terebratula subsimilis*, Schloth.? L'auteur soupçonne que les grès 1, 2, 4 pourraient être les analogues des grès rouges inférieurs aux calcaires de Coïmbre, qui se trouveraient alors bien élevés dans la série, tandis que, par l'ensemble de leurs fossiles, ils paraissent appartenir au groupe moyen. D'un autre côté, les grès renferment le *Perna mytiloides*, l'un des fossiles les plus caractéristiques de l'Oxford-clay.

Calcaire de Montemor-Velho.

La ville de Montemor-Velho, située sur la rive droite de la Mondego, à 12 ou 15 milles au-dessous de Coïmbre, se trouve à l'extrémité sud d'une chaîne calcaire de 1 mille de largeur, qui court au N.-N.-E. en s'élevant de dessous les grès crétacés de la plaine environnante. Ces calcaires, qui forment d'abord un axe anticlinal, plongent ensuite de 30° au S.-E., puis à l'E. Ils sont blancs, tendres, très argileux, et renferment les fossiles suivants, qui les ont fait rapporter au lias : *Gryphæa obliquata*, Sow., *Plicatula spinosa*, id., *Terebratula bidens*, Phill., *T. ornithocephala*, Sow., *T. punctata*, id., *T. tetraedra*, id., *Ammonites brevispina*, id., *A. Braunianus*, d'Orb., *A. catenatus*, Sow., *A. spinatus*, Brug., *A. Stokesi*, Sow., *A. thouarcensis*, d'Orb.? *Belemnites paxillosus*, Schloth., *Nautilus truncatus*, Sow., *Turrilites beirensis*, nov. sp.

Ces calcaires reparaissent encore dans la même direction, à 20 milles au N.-N.-E., à Vendas-Novas, où l'auteur signale aussi la *Plicatula spinosa*, un *Spirifer*, nov. sp., le *S. granulosus*, Gold., les *Terebratula tetraedra*, Sow., *carinata*, Leym., l'*Ammonites spinatus*, Brug., les *Belemnites exilis* et *paxillosus*, Schloth. A Mulhada, à trois lieues au nord de Coïmbre, sur la route d'Oporto, les mêmes roches remplies de *Belemnites paxillosus* se montrent encore.

Calcaire de San-Pedro et argile de Ramalhao.

Dans son premier Mémoire, M. Sharpe (1) avait prolongé sur le côté nord des granites de Cintra et jusqu'au bord de la mer les assises qu'il désigne par l'expression de *calcaire de San-Pedro et d'argile de Ramalhao*; mais il a reconnu depuis qu'elles cessent à Cintra, et que celles qui s'appuient sur le granite, entre cette ville et la côte, appartiennent à la base de la formation crétacée. Les masses de trapp qui ont pénétré dans les argiles les ont fait passer

---

(1) *On the geol. of the neighb. of Lisbon* (*Transact. geol. Soc. of London*, 2e série, vol. VI, p. 120, pl. 14, 15, 1841).

presque à l'état de schiste et ont rendu les fossiles méconnaissables. L'auteur cite cependant à Ramalhao des Ammonites déformées, des Pleurotomaires, des Avicules et la *Posidonomya Bronnii*, Gold. Ces argiles surmontent le calcaire de San-Pedro, qui probablement fait aussi partie du lias; mais les fossiles indiqués dans son précédent Mémoire doivent être reportés aux couches crétacées inférieures.

La chaîne calcaire de la Serra d'Arrabida, près de Saint-Ubes (Setubal), semble appartenir aussi à la formation qui nous occupe. Sur la carte géologique publiée en 1841 (1), ce massif avait été colorié comme celui du cap Espichel rapporté à la formation crétacée, et que nous avons décrit sous le nom de *calcaire d'Espichel* (*antè*, vol. V, p. 19). On doit dire cependant que M. Sharpe (p. 121) ne faisait alors ce rapprochement qu'avec beaucoup de réserve, d'après quelques données stratigraphiques et pétrographiques, et qu'il n'avait pas trouvé de fossiles dans la Sierra-Arrabida.

Résumé. On voit ainsi qu'à l'exception du calcaire de San-Pedro, près de Cintra, les calcaires durs, compactes, séparés par des sables ferrugineux, dominent en Portugal, tandis qu'ailleurs, et surtout en Angleterre, ce sont des calcaires oolithiques qui alternent avec des argiles.

Suivant M. Sharpe, le calcaire de Monte-Junto et le grès sous-jacent représenteraient le groupe oolithique supérieur; le calcaire de Coïmbre, qui repose sur des sables rouges très épais, serait probablement un peu plus bas dans la série; les calcaires qui surmontent les dépôts charbonneux du cap Mondego, entourés de grès rouge, seraient les équivalents du groupe oolithique moyen; les assises charbonneuses correspondraient à celles du Yorkshire; les calcaires et les marnes placées dessous à l'oolithe inférieure; enfin le calcaire de Montemor-Velho, de Vendas-Novas et de Malbada au lias.

Comme nous l'avons déjà dit, le premier rapprochement nous paraît être infirmé par les fossiles, et les espèces citées dans l'assise assimilée à l'étage de l'oolithe inférieure peuvent faire naître quelques doutes sur l'exactitude complète de ce parallélisme.

(P. 166.) Le même géologue fait observer l'uniformité particulière que présentent les caractères des dépôts tertiaires et secondaires du Portugal, presque entièrement composés de sables ferru-

---

(1) *Transact. geol. Soc. of London*, 2ᵉ série, vol. VI, pl. 14.

gineux et de grès, de calcaires compactes avec très peu d'argile, ou bien d'argile schisteuse. Les sables tertiaires, crétacés et jurassiques, ont presque tous le même aspect et peuvent être très facilement confondus. Il en est de même des calcaires ordinairement blancs, compactes et à cassure conchoïde. Cette ressemblance, qui ajoute à la difficulté de classer ces divers sédiments, prouve aussi que les conditions, sous l'empire desquelles ils se sont formés, ont peu varié pendant un laps de temps très considérable.

Sur les 48 espèces fossiles recueillies dans les couches rapportées par M. Sharpe à la formation jurassique, 40 étaient déjà connues, et 8 nouvelles ont été décrites et figurées par lui (1). Ces 48 espèces comprennent 28 céphalopodes, dont une Turrilite (*T. beirensis*), de forme déprimée, comme toutes celles du lias auquel elle appartient aussi; puis 12 brachiopodes et 8 acéphales. Il n'a pas observé un seul gastéropode ni même une seule Nérinée, dont il indique cependant 12 espèces dans les couches crétacées, entre autres les *N. Bruntrutana* et *grandis*, qui appartiennent généralement au groupe oolithique supérieur, et qui, s'il n'y a point eu erreur de détermination spécifique ou de gisement, se trouveraient ici dans les assises crétacées inférieures d'Alenquer.

Nous ne possédons pas de détails sur les couches jurassiques indiquées encore par le même géologue sur sa carte, et occupant la partie septentrionale de la baie de Setubal, couches bordées au nord par les dépôts crétacés inférieurs du promontoire d'Espichel. Il en est de même du massif indiqué sur la carte de M. Willkomm (2), qui constitue le cap Saint-Vincent, à l'extrémité de la Sierra de Manchique, formée elle-même de terrain de transition. Ce massif paraît avoir été traversé par quatre culots basaltiques. Plus à l'est, non loin de la côte, la ville de Loulé se trouverait encore située entre deux lambeaux jurassiques s'appuyant au nord contre le terrain de transition et disparaissant au sud sous les dépôts tertiaires qui bordent le littoral de cette partie des Algarves.

§ 2. — Espagne.

Les lambeaux jurassiques de l'Espagne, avons-nous dit, se coordonnent suivant trois directions principales E., O., N.-O., S.-E., et

(1) *Quart. Journ.*, vol. VI, pl. 26.
(2) *Die Strand and Steppen gebiete der iber. Halb. und deren Vegetation*, in-8, 1853.

N.-E., S.-O. Si nous considérons ces trois bandes ou zones relativement au centre de la Péninsule ou à Madrid, nous pourrons les désigner par les expressions de *zone nord*, *nord-est* et *sud-est*, et nous les décrirons successivement en commençant par celle du nord, qui fait suite à la zone dont nous nous sommes occupé sur le versant septentrional ou français des Pyrénées.

Les connaissances acquises sur les dépôts jurassiques de ce pays ne remontant qu'à un petit nombre d'années, il y aurait peu d'intérêt à présenter d'abord, comme pour la formation crétacée, un exposé chronologique des observations antérieures à la période qui nous occupe; aussi entrerons-nous immédiatement en matière. De plus, l'étude stratigraphique détaillée n'étant pas encore assez avancée pour qu'on puisse traiter séparément des divers groupes dont on trouve les représentants, nous les considérerons tous simultanément.

Zone nord. — Navarre et Guipuscoa.

Les escarpements des environs de Tolosa ont été rapportés au lias par M. Dufrénoy (1). A leur base vient affleurer le grès bigarré. Sur la *Carte géologique de la France* (2), on a colorié comme *terrain jurassique*, sans désignation d'étage, une bande dirigée E. 25° S. à l'O. 25° N. Elle commence à l'est de Lanz, sur la route d'Urdax à Pampelune, passe par Tolosa, en atteignant jusqu'à 12 kilomètres de largeur. Elle se rétrécit peu après et passe par Marquina, Ermua, pour se terminer à Guerricaiz, après avoir parcouru une étendue de 88 kilomètres. Cette bande, qui s'appuie au nord contre le trias, depuis son origine jusque près de la petite rivière d'Urola, sur le reste de son pourtour est recouverte par des dépôts crétacés. Au sud-est d'Ernani, M. Dufrénoy indique encore un lambeau jurassique en forme de croissant, compris entre la craie à l'ouest, le grès bigarré au sud, les roches cristallines et de transition au nord et à l'est. M. le comte de Villafranca (3) a aussi publié quelques observations sur le pays basque espagnol et sur les provinces voisines.

Biscaye.

Des couches que M. Collette (4) rapporte au lias occupent une petite étendue vers le centre de la Biscaye, en formant une sorte de

(1) *Mém. pour servir à une description géolog. de la France*, vol. II, p. 129, 1834.

(2) En 6 feuilles, 1841. — Voyez aussi : G. de Léonhard, *Neu. Jahrb.*, 1851, p. 1.

(3) *Arch. für Miner.*, de Karsten et de Dechen, vol. XVII, p. 353, 1843.

(4) *Reconocimiento geologico del señorio de Viscaya*, in-8, avec carte; Bilbao, 1848.

parallélogramme irrégulier, allongé du N.-O. au S.-E., depuis les environs des mines de Somorrostro. Elles passent au nord de Bilbao, pour se terminer aussi en pointe non loin de Galdacano. Ce sont des bancs de calcaires argileux, plus ou moins compactes, plus ou moins micacés, ne ressemblant que par leur teinte au lias du reste de l'Europe. Les roches sans fossiles des environs de Bilbao seraient inférieures à celles de Begoña et de toute la pente sud-ouest du mont Archanda. Leur direction est la même que celle des couches du sommet de l'Archanda ou O. 20° N. à E. 20° S., et leur inclinaison au S. 20° O. est très variable. On y observe de fréquents plissements, et leur discordance avec les schistes ferrugineux crétacés est manifeste sur la pente opposée de la montagne. Près du pont de Bolueta, non loin de Galdacano, les mêmes calcaires argileux compactes, bleuâtres, micacés et massifs, ont présenté les *Ammonites Braikenridgi*, Sow., *capricornus*, Schloth., *furcatus* ou *torulosus*, d'Orb. Nous avons déjà fait remarquer (*antè*, vol. V, p. 33) l'incertitude des relations de ces couches jurassiques avec les étages crétacés qui les entourent.

Aux environs de Bermeo, des calcaires analogues aux précédents paraissent aussi dépendre du même groupe. Ils constituent un demi-cercle et se développent entre la ville et l'église de Mundaca pour former toute cette portion du littoral. La stratification en est d'ailleurs fort obscure. Les fossiles en sont indéterminables, à l'exception d'un corps très abondant, qui serait la *Patella papyracea*, Bronn. Mais peut-être ne serait ce qu'une Orbitoïde conique si fréquente dans les calcaires crétacés inférieurs de ce pays, et alors ces couches seraient beaucoup moins anciennes que ne le pense l'auteur. Au sud-est de Bermeo, les roches ont été dérangées par l'apparition de masses dioritiques. Les calcaires argileux en contact sont compactes, de teintes un peu plus claires, à cassure conchoïde, et traversés de petites veines de calcaire spathique. Ces deux îlots jurassiques, de même que celui que nous venons d'indiquer à l'est d'Ernani, ne sont pas marqués sur l'esquisse géologique de l'Espagne faite en 1850 par M. Esquerra del Bayo (1); mais les minerais de fer brun et rouge et de fer carbonaté de Somorrostro sont cités comme appartenant au lias (2).

(1) *Geognostische Uebersichts-Karte von Spanien* (*Neu. Jahrb.*, 1851, pl. 1).
(2) Explication de la carte précédente, par M. G. de Leonhard (*Ibid.*, p. 39).

Province de Santander.

Dans une coupe dirigée N.-S., de Santander à la chaîne Cantabrique, M. Ed. de Verneuil (1), à la suite d'un premier voyage exécuté au printemps de 1849, a fait voir que de dessous les couches crétacées plongeant au N. s'élevaient successivement, en affectant la même inclinaison, des grès, des conglomérats, puis des calcaires argileux, bleus, appartenant au lias. Ces calcaires, caractérisés par des Bélemnites et l'*Ammonites Conybeari*, reposent sur le trias que représentent des grès rouges avec du sel et du gypse. Ce système paraissait d'abord être adossé transgressivement à des couches redressées, plissées et disloquées, plus anciennes et appartenant au calcaire carbonifère ; mais des observations ultérieures ont permis de reconnaître que le tout se rattachait à une bande jurassique dirigée E., O., de la Cabada à Fuente de Nansa, avec une longueur de 12 lieues et une largeur de 3, sous le méridien de Santander. Elle entoure au sud de Vargas un îlot de trias en forme de croissant, et elle est circonscrite par des couches crétacées. A l'ouest, elle s'appuie contre le trias de Fuente de Nansa à Reynosa et au delà (2). A Rosas, M. Ezquerra del Bayo (3) signale le *Pecten æquivalvis* et la *Melania heddingtonensis*.

D'après des notes manuscrites que nous devons à l'extrême obligeance de M. Casiano de Prado, la formation jurassique constitue dans la province de Santander des montagnes comme le Pico de Po, au-dessus de Tras la Peña. Les calcaires et les marnes sont noirs, et ces dernières passent quelquefois à des schistes semblables à ceux de la formation carbonifère. Les fossiles sont nombreux, surtout à Tras la Peña, à Fuente Nansa, à Cosio, à Tudanca, et sur tout le versant nord de la Sierra de Sagra, à Camino, à Soto, près Reynosa, dans la Sierra de Sejos, etc. A Fombellida sont cités les *Ammonites spinatus*, Brug., *radians*, Schloth., et *Bechei*, Sow. ; à Tras la Peña, la *Terebratula variabilis*, Schloth., a été rencontrée.

---

(1) *Del terreno cretaceo en España* (*Revista minera*, vol. III, p. 339, 1852). — Voyez aussi : *Coupe N., S. de l'Océan sur la côte de Santander à la Méditerranée, près Motril*, par MM. de Verneuil et Collomb (*Coup d'œil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne* [*Bull.*, 2ᵉ série, vol. X, pl. 2, 1852]).

(2) *Carte géologique d'une partie de l'Espagne*, par MM. de Verneuil, Collomb et de Lorière (inédite).—*Geol. map of Europe*, par Sir R. Murchison et J. Nicol, 20 mars 1856, en 4 feuilles.

(3) *Anales de minas*, vol. III, p. 348, 1845. (Les couches de charbon de Rosas sont dans la formation crétacée.)

La direction des couches observée jusqu'à présent semble être N.-O., S.-E., et le plongement au N.-E. Les dépôts jurassiques se terminent sur le versant sud de la chaîne cantabrique à Quintanaluengo, à 5 ou 6 kilomètres à l'est de Cervera de Rio Pisuerga. Ils ne s'y montrent que dans une très faible étendue sur la rive droite du cours d'eau, entourés par les dépôts de transport de la vallée, et l'on y a recueilli la *Terebratula spinosa*.

La chaîne cantabrique, pendant la période jurassique, formait probablement un cap à l'est au Puerto del Bardal ou à Pozazal, autre puerto situé à 6 kilomètres à l'est du col ou collado de la Somahoz et atteignant 990 mètres d'altitude, parce qu'on y trouve sur la ligne même de partage des eaux des couches jurassiques presque horizontales. Du côté opposé, la mer s'étendait d'une part dans les provinces basques et en France, de l'autre dans les provinces de Burgos, de Guadalajara, de Soria, etc.

Plus à l'ouest, des deux côtés de l'embouchure de la Sella jusqu'à Lastres, le littoral est formé de couches jurassiques dont la limite méridionale passe à Colunga, et qui se prolongent ensuite jusqu'au cap Saint-Laurent à l'est de Gijon, en formant un ruban très étroit compris entre les dépôts crétacés qui longent la côte au nord depuis Lastres et le trias au sud. Au milieu de l'espace occupé par cette dernière formation, on observe encore un lambeau jurassique au sud de Gijon et de Villaviciosa, allongé de l'E. à l'O. parallèlement au précédent (1).

Zone nord-e. — Province de Palencia.

On vient de voir que, d'après la carte géologique de MM. de Verneuil, Collomb et de Lorière, une bande jurassique étroite s'étendait de Fuente de Nansa jusqu'à la route de Santander à Reynosa, occupant l'espace compris entre Corbera et Alceda, reparaissant au pied du Puerto del Escudo et dans les montagnes qui dominent au nord la ville de Reynosa, pour redescendre ensuite droit au S. jusqu'au coude que forme l'Èbre à l'ouest d'Aguilar del Campo, toujours limitée à l'est par les couches crétacées, et reposant à l'ouest sur le trias. Cette bande, avons-nous dit, est, dans cette direction, le commencement ou le premier anneau de la série de chaînons discontinus qui forment, par leur ensemble, la zone ju-

(1) *Carte géol.*, etc., par MM. de Verneuil, Collomb et de Lorière. — Don G. Schulz, *Vistazo geol. sobre la Cantabria* (*Anales de minas*, vol. IV, p. 133, 1845). — *Bolet. of. de minas*, n[os] 34, 35, 1845. — Ezquerra del Bayo, *Geogn. Uebersichts-Karte von Spanien* (*Neu. Jahrb.*, 1851).

groupes oolithiques moyen et inférieur et dans celui du lias. Ce sont la *Lima proboscidea*, Sow., le *Pecten æquivalvis*, id., les *Terebratula variabilis*, Schloth., *biplicata*, Sow., *vicinalis*, Schloth., *ornithocephala*, Sow., les *Ammonites Humphriesianus*, Sow., *polyplochus*, Rein., *Herveyi*, Sow., *Strangwaysii*, id., les *Belemnites hastatus*, Blainv., et *compressus* ?.

Aux environs de Talamontes, d'Ambel, d'Agreda, des bains de Fitero, d'Igea, de Gravalos et d'Arnedo, villages situés sur la pente nord de la chaîne du Moncayo et de la Sierra de Cameros, le même observateur (1) avait désigné sous le titre de *groupe du calcaire de montagne* des calcaires alternant avec des argiles et des grès, des conglomérats quartzeux, à grain fin ou grossier, toujours placés à la partie supérieure du système, et qui représenteraient pour lui la grauwacke récente de quelques géologues allemands. Les eaux thermales de Fitero et d'Arnedillo, ainsi que les eaux sulfureuses de Gravalos, sourdent de ces roches. La pierre la plus ordinaire ou *calcaire de Moncayo* est d'un noir foncé, un peu argileuse, alunifère, se décomposant facilement, et caractérisée par une grande quantité de cristaux cubiques de pyrite de fer qui s'accumulent au pied des talus. Sur d'autres points, la roche, peu argileuse, sans pyrites, et plus compacte, contient des veines de calcaire spathique. A Igea, Cornago et Gravalos, dans les calcaires immédiatement inférieurs au grès ou à la grauwacke, sont des fossiles que l'auteur compare à la *Melania bilineata*. Dans la Sierra de Cameros se rencontrerait aussi la *Terebratula plicatella*, Dalm.; mais des recherches plus récentes ont démontré que ce système de couches appartient, en grande partie, à la formation qui nous occupe.

Ainsi M. Ezquerra del Bayo (2) a reconnu lui-même que la formation jurassique constituait probablement le fond de la mer pendant la période crétacée, de sorte qu'elle affleure partout lorsque les dépôts de cette dernière viennent à manquer. Une grande surface se trouve à découvert, et peut-être, dit-il, toute la chaîne des montagnes qui, commençant près de Burgos, continue vers l'est à

(1) *Observaciones geognosticas y mineras sobre la Sierra de Moncayo* (*Anales de minas*, vol. II, p. 79, 1841).

(2) *Geognost. Uebersichts-Karte von Spanien*, 1850 (*Neu. Jahrb.*, 1851). — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 408, 1850. — Voyez aussi : *Revista minera*, vol. I, p. 295 et suivantes, 1850.

travers la province de Soria jusqu'au Moncayo et au delà dans l'Aragon, pour s'étendre jusqu'à Teruel, en fait-elle partie? Accidentellement interrompue par les dépôts crétacés et tertiaires, la bande jurassique reparaît dans le royaume de Valence jusqu'à 40 kilomètres au nord-ouest de la ville de ce nom, de sorte que la formation pourrait être suivie de Burgos à Valence, sur une étendue de 900 kilomètres, en faisant un angle obtus au Moncayo. Les mêmes dépôts s'observent au sud à Siguenza et à Torremocha, dans la province de Guadalajara. Les sources thermales dont nous avons parlé sortent à la jonction des roches jurassiques et plus anciennes (Fitero en Navarre, Armadillo, province de Logroño).

M. de Verneuil (1), qui dès 1850 avait bien exposé les caractères et la répartition des principales formations de l'Espagne (2), signale des crêtes jurassiques flanquant le massif du Moncayo, composé de grès rouge micacé, probablement triasique, pénétré par de nombreux filons de quartzite et de fer oligiste. Son élévation au-dessus du niveau de la mer est de 2340 mètres. Le village de Nieva de Cameros est situé au milieu des calcaires du même âge, et séparé de la plaine de l'Èbre par un massif assez élevé, la sierra del Serradero. Anguiano se trouve à la limite des couches jurassiques avec les poudingues et les grès tertiaires du bassin de l'Èbre. Une Ammonite, qui paraît être l'*A. Humphriesianus*, annoncerait ici la présence d'un dépôt de l'âge de l'oolithe inférieure, de même qu'une Gryphée, très voisine de la *G. arcuata* et des *Cardinia* trouvées à Nieva, y feraient soupçonner le troisième étage du lias.

Entre Becerril-del-Carpio et Brieva-de-Juarros, près de Burgos, dit M. Casiano de Prado (3), la formation jurassique est interrompue ; mais elle peut être masquée par des dépôts plus récents ou avoir été détruite par des dénudations. Quoi qu'il en soit,

---

(1) *Tableau des altitudes observées en Espagne*, par MM. de Verneuil et de Lorière, en 1853 (*Bull.*, 2e série, vol. XI, p. 67C, 26 juin 1854. — Carte géologique d'une partie de l'Espagne, par id. — Carte géologique de l'Europe, par Sir R. Murchison et J. Nicol, mars 1856.

(2) *Rep. 20th meet. Brit. Assoc. at Edinburgh*, 1850 (Londres, 1851), p. 108.

(3) *Notes inédites*, 1856.

la direction des couches assez redressées à Becerril-del-Carpio est au S.-S.-E., c'est-à-dire à peu près vers Burgos, et le bord de la mer jurassique ne devait pas être bien loin à l'ouest de cette ligne. Aux environs de Brieva-de-Juarros, de Santa-Cruz-de-Juarros, de Canales, d'Arlanzon et de Monterubio, on trouve presque les mêmes fossiles que dans les provinces de Palencia et de Santander. Ce sont les *Ammonites bifrons, radians, primordialis, Humphriesianus*, le *Belemnites canaliculatus*, la *Gryphæa cymbium*, les *Pecten disciformis* et *æquivalvis*, la *Plicatula spinosa*, la *Terebratula Garantiana* et le *Spirifer Walcotii*.

Aragon méridional.

Sur le prolongement direct au sud-est de ce massif, entre les rivières de la Guerva, d'Aguas, de Saint-Martin et du Guadalope, affluents de l'Èbre, se montrent d'assez nombreux lambeaux jurassiques dont le plus considérable, entre Herrera et Obon près de Montalban, s'appuie au sud-ouest contre une bande de trias et de schistes siluriens, puis est recouvert au nord-est par les dépôts crétacés et tertiaires (1). Le long de la Huerva (Guerva) et dans les plaines situées à l'est, les îlots de Fuendetodos, de Muniesa, s'élèvent de dessous les couches tertiaires qui les environnent de toutes parts. D'autres îlots très restreints affleurent encore plus au sud (à Exulbe et au midi de Montalban).

Provinces de Guadalajara, de Cuenca, de Teruel et de Valence.

Au sud du massif irrégulier et découpé dont nous venons de parler, on observe, depuis sa limite nord et la province de Guadalajara jusqu'au parallèle de Valence, un autre massif beaucoup plus considérable, beaucoup plus compliqué, séparé du précédent dans toute sa partie nord et est par des dépôts tertiaires, crétacés et plus anciens, et limité au sud-ouest par une ceinture crétacée. Sa direction générale est sensiblement la même, quoique tournant un peu au S. à son extrémité sud-est. Le massif principal, qui s'étend de Siguenza à Hinarejos à l'ouest de Garavalla, a 38 lieues de long sur 22 de large, et comprend de vastes surfaces occupées par le trias, quelques-unes par le terrain de transition, et un plus petit nombre par la craie. Au nord-ouest, il est limité par une bande détachée qui circonscrit le massif triasique de Siguenza. Au sud-est et à l'est, des appendices plus ou moins étendus peuvent s'y rattacher par la pensée, quoiqu'ils soient aujourd'hui complétement isolés.

---

(1) De Verneuil et de Lorière, *loc. cit.*, p. 674.

Ce sont les lambeaux situés entre Yniesta et Villargordo, ceux de Requena, des bords du Guadalaviar, et celui beaucoup plus considérable dont fait partie la sierra de Javalambre, et qui se prolonge au sud-est jusque près de Liria.

Cette région jurassique, d'où descendent le Tage, le Xiloca, le Guadalaviar, le Cabriel, le Xucar et leurs nombreux affluents, s'étend ainsi dans les provinces de Guadalajara, de Cuenca, de Teruel, et dans l'ancien royaume de Valence. C'est celle dont les géologues se sont jusqu'à présent le plus occupés, et sur laquelle nous trouvons même des recherches qui datent du milieu du siècle dernier (1).

Les calcaires jurassiques, dit M. S. de Madrid Davila (2), forment la partie la plus élevée du district de Valence sur ses limites nord et nord-ouest, et ils y reposent sur le grès rouge ancien (aujourd'hui rapporté au trias). M. Ezquerra del Bayo (3), qui avait reconnu précédemment l'existence des couches jurassiques du côté de Siguenza et de Torremocha, pense qu'on peut les suivre jusqu'à Ablanque, et qu'elles doivent se prolonger ou au moins être en relation avec celles qui se montrent dans la sierra d'Albarracin, dans une partie de la sierra de Cuenca, suivant l'extrémité méridionale de celle de Teruel pour s'étendre plus encore dans celle de Valence. Les fossiles caractéristiques de la formation ont été recueillis à Tragacete, dans la province de Cuenca, à Arcos dans celle de Teruel, et à Titaguas dans celle de Valence.

---

(1) J. Torrubia, *Aparato para la historia natural española*, avec planches de fossiles, in-4, 1754. — Traduct. allemande, Halle, 1773. — Cavanilles, *Observaciones sobre la historia nat. del reino de Valencia*, 2 vol. in-folio avec planches de fossiles nummulitiques et crétacés.

(2) *Revista minera*, vol. II, p. 289, 1851 (mém. de 1849).

(3) *Excursion geologica desde Hiendelencina a Trillo y a Ablanque*, etc., Excursion géologique depuis Hiendelencina jusqu'à Trillo et Ablanque, dans la partie de la province de Guadalajara appelée Alcaria (*Revista minera*, vol. I, p. 295, 1850). — (*Neu Jahrb.*, 1852, p. 343). — *Comision para la formacion de la carta geol. de la provincia de Madrid* (*Revista minera*, vol. II, p. 396, 1851). — De Verneuil, *Notice on the geol. struct. of Spain*, etc., Notice sur la structure géol. de l'Espagne, pour servir à l'explication d'une carte générale de la Péninsule (*Rep. 20th meet. brit. Assoc. at Edinburgh*, juillet, août 1850 (Londres, 1851), p. 118. — *The Athenæum*, — *l'Institut*, sept., oct. 1850.

En partant de Trillo, on atteint, un peu avant Sotoca, les couches jurassiques dont l'inclinaison et les caractères pétrographiques contrastent fortement avec ceux des dépôts tertiaires horizontaux qui les recouvrent. Les calcaires sont homogènes, d'un blanc pur, très compactes et très durs, en bancs épais, et connus depuis Sotoca jusqu'à Espliegares, où l'on ne rencontre que des calcaires traversés de fentes profondes, à parois verticales. Cette région est très favorable à la végétation des pins, qui fournissent des bois de construction exportés au loin. La direction générale des couches est N. 30° O. à S. 30° E., ou en moyenne N.-O., S.-E. Suivant l'auteur, le calcaire de Sotoca et d'Espliegares correspondrait au calcaire compacte jurassique inférieur ou à l'étage de l'oolithe inférieure; ce qui vient au-dessous, c'est-à-dire les grès et les marnes en constitueraient la base, ainsi que les argiles supérieures du lias. Le tout est d'ailleurs parfaitement concordant, et les dépôts salifères observés plus bas font présumer que la formation jurassique repose ici sur le trias.

Les fossiles suivants, qui proviennent d'une seule localité près du village d'Ablanque, appartiennent à un calcaire blanc, un peu marneux, recouvert d'un calcaire plus compacte, charbonneux, semblable à celui de Calcena et de Gravalos, dans le voisinage du Moncayo. Ce sont: *Pholadomya decorata*, Ziet., *Lima gigantea*, Desh., *Pecten vimineus*, Sow., *P. æquivalvis*, id., *Ostrea solitaria*, id., *O. costata*, id., *Gryphœa arcuata*, Lam., *Terebratula bullata*, Sow., *T. ornithocephala*, id., *T. perovalis*, id., *T. lagenalis*, Schloth., *T. vicinalis*, id., *T. triplicata*, Phill., de Buch, *T. rimosa ?*, id., *Spirifer rostratus*, Ziet. *S.* nov. sp., *Pleurotomaria anglica*, Sow., *P. conoidea*, Desh., *Nautilus giganteus*, d'Orb., *Belemnites compressus*, Blainv., *B. semisulcatus*, id., *Ammonites Murchisonæ*, Sow., *A. Bucklandi*, id., *A. radians*, Schloth., *A. cordatus*, Sow., et des débris de reptiles. On remarquera qu'outre l'association tout à fait anormale d'espèces propres aux trois groupes inférieurs de la formation, il y en a 4 qui appartiennent au troisième étage du lias, et parmi lesquelles trois lui sont exclusives et n'ont pas été signalées depuis par d'autres géologues. Il est donc permis de douter de ces déterminations spécifiques jusqu'à ce que de nouvelles observations soient venues les confirmer, et l'on doit quant à présent s'abstenir de toute conclusion sur la présence de ces divers fossiles dans la même assise.

Vers le même temps, M. Casiano de Prado (1), dont les travaux géologiques importants ont puissamment contribué dans ces dernières années à débrouiller la géologie de plusieurs provinces de l'Espagne, et en particulier de celles du centre et du nord, a signalé de nombreux fossiles jurassiques dans le bassin supérieur du Tage. Plus récemment, le même géologue (2) a fait connaître au village même de Frias, à deux lieues de la source de cette rivière, un grès peu solide, brunâtre, à gros grains, dont la stratification est peu nette, et qui renferme, avec des fossiles mal conservés, la *Ceromya excentrica*. Sous tous les rapports, cette assise se distingue des calcaires et des marnes de l'Oxford-clay des environs.

La région située dans l'ancien district d'Albarracin, au sud-est de celle dont nous venons de parler, est, dit M. Rodriguez (3), l'une des plus élevées de l'Espagne. Elle se maintient moyennement à 1320 mètres au-dessus de la mer. La ville d'Albarracin est assise au fond d'une vallée qu'arrose le Guadalaviar, entre des escarpements presque verticaux disposés en gradins. Les calcaires qui en forment la base, à l'entrée de la ville, sont bleu verdâtre, assez compactes, plongeant moyennement de 30° à l'O. Les bancs, de $0^m,30$ à 1 mètre d'épaisseur, sont séparés par des lits minces d'argile et de marne jaune schisteuse. On trouve, dans les couches rapportées au lias, la *Lima obscura*, Sow., la *Gryphæa arcuata*, Lam., la *Terebratula tetraedra*, Sow., une Turbinolie, les *Belemnites sulcatus*, Mill., et *hastatus*, Blainv.?, l'*Ammonites bifrons*, Brug., etc. On les observe surtout à l'extrémité du pont, sur la rive gauche du Guadalaviar, où des restes de grands sauriens ont été aussi rencontrés.

On retrouve les mêmes calcaires lorsqu'on monte la route de Torres, où ils alternent avec des marnes et des bancs de calcaire lithographique. Les uns et les autres renferment encore beaucoup de fossiles (*Terebratula digona*, Sow., *bicanaliculata*, Schloth., *concinna*, Sow., *Belemnites sulcatus*, Mill., de nombreuses Ammonites, entre autres l'*A. striatulus*, Sow.). Sans s'expliquer d'une manière très explicite, M. Rodriguez semble rapporter ce

---

(1) *Revista minera*, vol. I, p. 126, 1850.
(2) *Notes inédites*, 1856.
(3) *Descripcion geol. del antiguo corregimiento de Albarracin* (*Revista minera*, vol. II, p. 39, 1851).

système de couches à l'étage de l'oolithe inférieure. Plus loin, dans la même direction, apparaissent les assises argileuses et marneuses de la base du groupe oolithique moyen, divisées en bancs très minces, vert jaunâtre. Les fossiles abondent surtout là où ils passent au calcaire. Ce sont de petites Ammonites très répandues, particulièrement l'*A. triplicatus*, Sow., des Bélemnites, quelques *Pecten*, les *Terebratula Thurmanni*, Voltz, *impressa*, de Buch, etc.; aussi l'auteur reconnaît-il ici l'horizon de l'Oxford-clay.

Un peu plus haut, les couches conservent encore leur direction; mais leur inclinaison diminue graduellement lorsque l'on continue à monter jusqu'à ce qu'elles se trouvent plonger en sens inverse. A la cime de la montagne, des lits d'argile, de marnes et des calcaires assez siliceux renferment des fossiles tels que l'*Astarte elegans* et la *Terebratula depressa* (1), qui indiqueraient, suivant le géologue dont nous parlons, l'étage du coral-rag ou la partie supérieure de la série de cette région. Ainsi on aurait ici des équivalents du lias, de la grande oolithe, de l'Oxford-clay, puis de l'étage qui surmonte celui-ci et dont les couches passent du S. 20° E. au S. 36° O., avec une inclinaison de 22° à l'E.

Si l'on continue à s'avancer sur la même route, on observe d'abord une série de couches semblables aux précédentes, et bientôt on atteint des roches que M. Rodriguez regarde comme du lias métamorphisé ou bien comme une dépendance du nouveau grès rouge. Ces dernières, qui sont des conglomérats, des calcaires et des argiles, ont la même direction que le lias et la grande oolithe d'Albarracin; mais elles plongent en sens inverse. Au fond des ravins, on voit les schistes argileux reposer sur des veines de quartz et de fer oxydé, au delà desquelles les schistes reparaissent avec la même direction et un plongement inverse. Les environs de Tramacostilla (Tramacosella), où l'on trouve les roches et les fossiles d'Albarracin, appartiendraient au lias.

Après avoir décrit les grès rouges du trias des environs d'Orihuela, de Bronchales et de Noguera, l'auteur signale, en montant à ce dernier village, un calcaire blanc, un peu azuré, assez compacte, reposant sur du gypse qui alterne avec des argiles jaunâtres, des

(1) C'est probablement la *T. ovalis*, Lam., la *T. depressa* étant une espèce du grès vert supérieur.

schistes argileux magnésiens, caractérisés comme ceux du trias précédent, puis des marnes siliceuses vertes, jaunes et blanches recouvrant des grès rouges, enfin le schiste argileux et le quartzite, qui apparaît dans la partie la plus élevée ou noyau montagneux de cette région ; mais M. Rodriguez doute si une portion des roches rangées dans son *nouveau grès rouge* n'appartiendrait pas à la partie inférieure de la formation ou au lias lui-même.

Si l'on se dirige d'Orihuela (Origuela) vers Monterde, où cessent les calcaires compactes de transition (p. 65), on atteint des quartzites qui se continuent l'espace de plus d'une lieue. Après 30 ou 40 mètres de schistes, on trouve un calcaire semblable à celui qui est avant Monterde et un calcaire fossilifère en stratification concordante. Au-dessus est un autre calcaire compacte avec beaucoup de débris organiques et qui plonge de 45° à l'O. En continuant à s'avancer dans la même direction, on arrive à des couches en stratification discordante par rapport aux précédentes et pouvant représenter la grande oolithe avec l'Oxford-clay. Leurs caractères pétrographiques et paléontologiques sont les mêmes que ceux observés le long de la route de Torres à Albarracin ; les fossiles abondent surtout dans les lits d'argile et de marne rouge qui séparent les bancs calcaires, mais ceux qui sont cités appartiennent aux divers groupes de la formation (*Terebratula tetraedra*, *bicanaliculata*, *furcillata*, *concinna* ; *Pholadomya acuticosta*, *Belemnites sulcatus*).

Les pentes de la vallée de Monterde sont formées de calcaires compactes qui dépendent du trias (nouveau grès rouge de l'auteur) ou des premiers dépôts jurassiques, car la limite des deux séries paraît être souvent incertaine. Le fond montre des marnes sableuses, jaunâtres, semblables à celles de Torres, de Tramacostilla et de Noguera, qui reposent sur le grès rouge et renferment aussi des cristaux disséminés de teruelite ou braunerite. Ces cristaux, développés par suite d'un métamorphisme attribué à quelque roche ignée des environs, sont d'un vert bouteille et constituent un carbonate quadruple de calcaire, de fer, de manganèse et de magnésie. En quittant Monterde et suivant la gorge étroite et sinueuse qui conduit aux villages de Noguera, de Tramacostilla et de Torres, on rencontre un calcaire compacte, métamorphique, analogue à celui qui, à Orihuela et dans d'autres localités, appartiendrait au lias, quoique reposant sur les marnes et sur le grès jaune avec *Posidonomya minuta*, Gold., et des débris de crinoïdes.

Après Tramacostilla, au delà du Guadalaviar, M. Rodriguez signale une montagne de calcaire compacte, en couches tourmentées et repliées qui dépendraient du lias ou du groupe oolithique inférieur, mais dans lequel la rareté des fossiles ne permet pas d'établir de sous-divisions. Aux environs de Calomarde, où le *Belemnites sulcatus*, Mill., la *Gryphæa incurva*, Sow., et la *Terebratula tetraedra*, id., auraient été observés, les couches sont presque horizontales, recouvertes au sud-ouest du village par d'autres, marneuses et argileuses, qui alternent avec des calcaires remplis de fossiles également de la période jurassique. A la partie supérieure est le coral-rag, composé de bancs nombreux de calcaires oolithiques, avec une immense quantité de polypiers (Astrées, Méandrines, Caryophyllies), puis des *Trochus*, des Strombes, des Térébratules, des Ammonites, etc. L'Oxford-clay, caractérisé par ses fossiles, est donc ici surmonté par le premier étage du groupe moyen. Les calcaires de ce dernier, blancs ou jaunâtres, avec des concrétions pisolithiques d'un blanc pur ou brunâtre, et variant de grosseur d'un banc à l'autre, renferment deux espèces de Nérinées, les *Astarte elegans* et *minima*, et une Dicérate.

Les assises oolithiques courent N.-O., S.-E., et plongent au S.-O. Elles paraissent être discordantes par rapport à celles du lias, qui sont moins inclinées. Sur d'autres points, le changement se manifeste par des soulèvements indépendants ou isolés et postérieurs à celui de la sierra del Tremedal ou d'Albarracin. Ce dernier se rattacherait à la grande éruption ignée indiquée à Noguera (quartz et oxyde de fer), qui est plus ancienne que les dépôts tertiaires de Teruel. Au sud-ouest de Calomarde, des couches dépendant du grès vert supérieur recouvrent les strates jurassiques, et, à Royuela, bâti sur le gypse rouge, les marnes et les sables jaunes qui recouvrent le grès rouge supportent le lias et le groupe oolithique inférieur. De Monterde à Albarracin, la même série se présente à l'observateur avec les mêmes circonstances de gisement. D'après ce que dit M. Rodriguez (p. 71-76), il semble que les calcaires à oolithes cannabines rapportés au coral-rag soient surmontés de couches qui représenteraient l'étage de Portland; mais aucun détail, soit pétrographique, soit paléontologique, ne vient nous éclairer à ce sujet.

Les fossiles déterminés par don R. Pellico proviennent des divers groupes que nous avons mentionnés. Ce sont ceux que nous avons déjà cités, plus les *Terebratula Thurmanni* et *impressa*. Quant à la présence de certaines espèces crétacées, telles que les *Ammonites*

Velledæ et *bicurvatus*, Mich., et le *Lithodomus prælongus*, d'Orb., on doit sans doute l'attribuer à quelques erreurs de détermination.

M. Éd. de Verneuil a sillonné en divers sens, avec MM. Casiano de Prado, Collomb et de Lorière, le massif qui nous occupe, et la manière dont ces géologues ont tracé les limites des formations qui le constituent dénote autant de sagacité que de connaissances pratiques. Ils ont, en effet, débrouillé cet enchevêtrement de dépôts d'âges si différents qui ne se coordonnent ni par rapport au relief du pays ou à un axe bien déterminé, ni par rapport à un noyau ou centre de roches plus anciennes. Nous suivrons ces savants observateurs dans les descriptions sommaires qu'ils en ont déjà données comme explication de leur carte géologique. La comparaison de cette carte avec l'esquisse qu'a publiée M. Ezquerra del Bayo en 1851 peut faire juger de tout ce que la science doit à leurs recherches pendant ce laps de cinq années.

MM. de Verneuil et Collomb ont joint à leur mémoire intitulé: *Coup d'œil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne* (1), trois coupes ou profils généraux dont nous avons déjà parlé (*antè*, vol. V, p. 60). Le premier (pl. 1, fig. 1), qui s'étend de Madrid à Alicante, sur une longueur de 630 kilomètres, est à l'échelle de $\frac{1}{333333}$. Il rencontre en un grand nombre de points la formation jurassique, qui y occupe une étendue relative de $\frac{76}{1000}$. Dans le profil E., O. (fig. 2), de la Méditerranée, près de Castellon de la Plana, à Madrid, la formation occupe $\frac{150}{1000}$ de la surface traversée. Dans le troisième, à l'échelle de $\frac{1}{555555}$, dirigé

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. X, p. 104, 1852. — De Verneuil, *Notice sur la structure géologique de l'Espagne* (*Annuaire de l'Institut des provinces*, 1852). — *Compt. rend.*, 14 mars 1853. — *Nota con motivo de dos cortes geologicas generales*, etc. (*Revista minera*, vol. IV, p. 212, 1853). Voyez aussi H. Moritz Willkomm, *Die Strand und Steppengebiete der Iberischen Halbinsel und deren Vegetation*, in-8 avec une carte géologique et botanique. Leipzig, 1852. — *Sobre la constitucion geologica de España*, extrait traduit de l'ouvrage précédent par A. de L., suivi d'observations par le traducteur (*Revista minera*, vol. IV, p. 469, 1853). — Alcibar, *Sobre el carbon mineral de la provincia de Teruel* (*Revista minera*, vol. VII, p. 253, 1856). L'auteur cite sans distinction de gisement des espèces fossiles crétacées et jurassiques dont on ne peut rien conclure. — D. F. de Botella, *Ensayo para la formacion de un bosquejo geol. del reino de Valencia* (*Revista minera*, vol. IV, pl. V, 1853). — *Ojeada sobre la geologia del reino de Valencia* (*Ib.*, vol. V, p. 568, 1854).

N., S., de Santander, sur la côte de l'Océan à Motril, à celle de la Méditerranée, et passant par Madrid et la sierra Nevada, la même formation n'est rencontrée qu'en deux points, sur le versant nord de la chaîne cantabrique et dans la sierra d'Elvira, au nord de Grenade. La surface relative qu'il traverse n'est que de $\frac{18}{1000}$.

Le village de Majadas, situé au nord de Cuenca, repose, dit M. de Verneuil, au fond d'une vallée sur les calcaires du lias, et il est dominé par des escarpements crétacés, composés de grès blancs quartzeux. Les fossiles de ces calcaires prouvent qu'ils appartiennent au second étage du lias (*Ammonites Holandrei*, d'Orb., *A. serpentinus*, Schloth., *Spirifer rostratus*, id., *Terebratula punctata*, Sow., *T. indentata*, id., *T. Moorii*, Dav., *T. variabilis*, Schloth.).

Au sud-est de ce point, vers Uña, Valdemoro et Cañete, les couches jurassiques se relèvent au-dessus du niveau des dépôts crétacés et participent au bombement général de la contrée, dont ils forment les sommets les plus élevés. La Cabeza de San-Pedro, entre Valdemoro et Cañete, est un de ces derniers. Ces montagnes ne sont d'ailleurs que des plateaux ondulés se maintenant entre 1200 et 1400 mètres d'altitude, découpés par des ravins ou fentes profondes (*barrancos*) de 150 à 200 mètres, et par où s'échappent les différents cours d'eau. Cette disposition particulière du sol occasionne une grande aridité à la surface de ces plateaux, où végètent seulement quelques rares conifères, dont la maigreur contraste avec les belles forêts qui occupent le fond des vallées crétacées. La Cabeza de San-Pedro, élevée d'environ 1500 mètres, est en partie formée par le trias et en partie par les calcaires jurassiques.

La roche dominante des plateaux dont on vient de parler est un calcaire dur, compacte, à cassure conchoïde, gris blanchâtre au dehors, bleuâtre au dedans, en couches peu inclinées. Quelques lits d'argile ocreuse y sont subordonnés, et les fossiles rares et peu déterminables sont très empâtés dans la pierre ; le tout représenterait les deux étages supérieurs du lias.

A Hinarejos, des calcaires plus récents qui surmontent ceux-ci sont placés par MM. de Verneuil et Collomb au niveau de l'Oxford-clay, et la formation repose sur des marnes, des gypses et des dolomies dépendant du trias. Interrompues en cet endroit, les couches jurassiques se montrent de nouveau vers le sud, constituant un lambeau près du Cabriel, sur la nouvelle route de Madrid à Valence. L'étage d'Oxford affleure sur les parois de la fente de 300 mè-

tres de profondeur, où coule la rivière, et sur les bords du plateau. Les assises, qui semblent avoir été fortement dérangées en cet endroit, se prolongent jusque près de Villargordo-de-Cabriel, et, à quelques kilomètres au nord-est de Requena, elles cessent tout à fait dans cette partie du royaume de Valence.

Le lambeau jurassique de Requena se distingue du précédent par son noyau central, le Pico el Tejo, élevé de 1350 mètres, et enveloppé au sud et à l'ouest par les roches crétacées. Au lieu de plateaux comme aux environs d'Uña et de Valdemoro, les couches forment ici de longues arêtes rocheuses disposées circulairement comme le bord d'un cratère. Les assises, qui se succèdent jusqu'au sommet du pic, sont des calcaires très solides, durs, compactes, de l'étage d'Oxford, plongeant assez fortement à l'O. sous les calcaires néocomiens avec Orbitolines et rudistes.

Sur les limites des provinces de Valence et d'Aragon, lorsqu'on marche vers l'O. à partir de Castellon de la Plana, on atteint les couches précédentes à Sarrion, à 6 lieues de Teruel. Le village est bâti sur des calcaires rapportés au lias et formant une éminence au-dessus du niveau général de la plaine tertiaire environnante. A quelques kilomètres à l'ouest, ils constituent la sierra de Camarena ou Javalambre, massif puissant plus élevé que la Peña-Golosa (1800 mètres). Le pic de Javalambre a, en effet, une altitude de 1988 à 2002 mètres; ses parties supérieures sont jurassiques et les parties basses composées de marnes et de grès du trias, que traversent çà et là des eurites et des porphyres. Le Prado de Torijos atteint aussi 1739 mètres au-dessus de la mer (1). Le lias et l'Oxford-clay sont représentés dans la chaîne de Camarena par des calcaires compactes, le second étant adossé aux flancs de la montagne des deux côtés de la crête culminante. Si l'on continue à s'avancer vers le N., les couches jurassiques, interrompues par la plaine tertiaire de Teruel, reparaissent à Jea et à Albarracin, formant une zone de 70 à 80 kilomètres, prolongement du grand plateau d'Uña et de Valdemoro (2).

A Albarracin, le Guadalaviar coule, comme on l'a vu, au fond d'un *barranco* de 250 à 300 mètres. Sur sa rive gauche, le lias,

---

(1) *Note pour accompagner le tableau orographique d'une partie de l'Espagne*, par MM. de Verneuil, Collomb et de Lorière (*Compt. rend.*, vol. XL, 2 et 9 avril 1855).
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. X, p. 108, 1852.

coupé à pic, occupe toute la hauteur de la montagne; sur la rive droite, il est recouvert par des couches avec des fossiles de l'oolithe inférieure et auxquelles succèdent les calcaires de l'étage d'Oxford. L'épaisseur totale de la formation est ici de 250 à 300 mètres, et elle repose sur des marnes, des gypses, des calcaires et des grès quartzeux rouges du trias appuyé sur les schistes argileux de transition.

Dans cette localité, l'étage d'Oxford a offert la *Terebratula inconstans*, Sow., les *Ostrea gregaria*, id., et *colubrina*, Gold. Les couches qui paraissent représenter le groupe oolithique inférieur renferment le *Mytilus plicatus*, Sow., la *Terebratula sphæroidalis*, id., les *Ammonites Truelli*, d'Orb., *Humphriesianus*, Sow., *Gervillii*, id., *subradiatus*, id., *arbustigerus*, d'Orb., *bullatus*, d'Orb., *Bakeriæ*, Sow., *Deslongchampsi*, d'Orb., *macrocephalus*, Schloth.; enfin, dans le lias, se montrent la *Mactromya liasina*, Ag., les *Terebratula tetraedra*, Sow., *variabilis*, Schloth., *cynocephala*, Rich., *resupinata*, Sow., *cornuta*, id., *punctata*, id., les *Ammonites aalensis*, Ziet., *radians*, Schloth., *bifrons*, Brug.

D'Albarracin à Royuela et Calomarde, les plateaux du lias atteignent 1300 à 1400 mètres d'altitude, et le trias se montre au fond des *barrancos* qui les découpent. De Calomarde à Griegos, ils sont surmontés de dépôts crétacés comme à Guadalaviar et à la Muela de San-Juan. Entre Calomarde et Frias, l'Oxford-clay est plus développé que précédemment, et ses lits marneux et argileux qui alternent avec les calcaires renferment de nombreux fossiles. Dans cette coupe (p. 109), MM. de Verneuil et Collomb distinguent deux assises : l'une supérieure, composée de calcaires oolithiques et recouverte par la formation crétacée ; l'autre inférieure, marneuse et fossilifère, reposant sur le trias. Ils y signalent : *Scyphia fenestrata*, Gold., *Montlivaltia dispar*, Phill., *Cidaris spathula*, Ag., *Thracia Chauviniana*, d'Orb., *Mytilus bipartitus*, Gold., *Terebratula vicinalis*, Schloth., *T. insignis*, Schubl., *Nautilus subbiangulatus*, d'Orb., *Aptychus latus*, Park., *Belemnites hastatus*, Blainv., *B. Puzosianus*, d'Orb., *Ammonites plicatilis*, Sow., *A. macrocephalus*, Schloth., *A. athleta*, Phill., *A. perarmatus*, Sow., *A. Duncani*, id., *A. cristagalli*, d'Orb., *A. tatricus*, Pusch, *A. tumidus*, Ziet. On cite encore dans cette localité les *Apiocrinus elegans*, d'Orb., *rotundus*, Mill., et la *Terebratula pala*, de Buch.

Entre ce point et Villar del Cobo sont également indiqués la *Pholadomya trapezina*, Buv., les *Ammonites cristagalli*, d'Orb ,

lunula, Ziet., *subdiscus* d'Orb., *Pallasianus*, id., *anceps*, Rein. Dans la coupe de Frias à Villar del Cobo (p. 114), l'étage d'Oxford, placé entre des grès blancs avec des galets de quartzite dépendant de la formation crétacée et l'étage supérieur du lias, se compose de trois assises : la plus élevée comprenant des calcaires oolithiques, la seconde des marnes et la troisième des calcaires. M. de Verneuil distingue encore au-dessous le lias supérieur et les marnes du lias moyen ou notre second étage. A Villar del Cobo, le lias renferme le *Pentacrinus basaltiformis*, les *Terebratula variabilis*, Schloth., *tetraedra*, Sow., *Moorii*, Dav., *cynocephala*, Rich., *resupinata*, Sow., *punctata*, id., le *Spirifer rostratus*, de Buch, la *Mactromya liasina*, la *Lyonsia unioides*, l'*Ostrea gregaria*, Sow., les *Belemnites canaliculatus*, Schloth., *tripartitus*, id., *clavatus*, id., les *Ammonites radians*, Schloth., *bifrons*, Brug. Dans la même localité sont mentionnés la *Terebratula sphæroidalis*, Sow., l'*Ammonites Bakeriæ*, id., et l'*A. macrocephalus*, Schloth.

Au delà du massif silurien d'Origuela et de Checa, le lias et l'étage d'Oxford, caractérisés par leurs fossiles habituels, reparaissent près du village de Prados-Redondos, pour être interrompus de nouveau par les grès et les conglomérats rouges du trias sur lesquels est bâti Molina de Aragon. Au nord de cette ville, au delà de l'axe silurien de Pardos, le lias seul vient affleurer. Les fossiles y sont très nombreux, et plusieurs ont été représentés dans l'ouvrage du père Torrubia (1). Ceux que MM. de Verneuil et de Lorière, guidés par

(1) *Aparato para la historia natural española*, in-4, 1754. Les fig. 1, 2, 3 de la pl. I représentent la *Terebratula decorata* ou *tetraedra*, de Molina ; la fig. 1, pl. III, une baguette claviforme de Cidaris, de Molina ; la fig. 6, une Pentacrine ; sur la pl. VII on trouve représenté le *Spirifer rostratus*, fig. 6 ; un Plagiostome, fig. 7 ; la *Modiola plicata?* fig. 8, d'Anchuela ; l'*Isocardia excentrica*, fig. 1, très abondante, particulièrement avant le Rio Mosa ; la *Lima proboscidea*, fig. 10. Sur la pl. IX on peut reconnaître la *Terebratula globata*, fig. 4 ; la *T. impressa ?*, fig. 3 ; la *T. perovalis* ou *biplicata*, fig. 7, de Molina et d'Anchuela ; la *T. resupinata*, fig. 1, de Campos de Pardos, d'Anchuela, de Concha, etc. — G. Bowles cite à Molina, au-dessous de Prados-Redondos, derrière un moulin, des calcaires remplis de Térébratules arrondies (*Palomitas* en espagnol ou figures de colombes), les unes striées, les autres unies, rondes ou sphériques, puis des Bélemnites, des Huîtres, etc. (*Introduction à l'histoire naturelle et à la géographie physique de l'Espagne*, traduite par le vicomte de Flavigny, p. 199, in-8. Paris, 1776).

M. C. de Prado, ont recueilli sur le territoire de Concha, d'Anchuela del Campo et de Maranchon, sont principalement : le *Pentacrinus basaltiformis*, Mill., les *Terebratula variabilis*, Schloth., *tetraedra*, Sow., *Moorii*, Dav., *cynocephala*, Rich., *sphæroidalis*, Sow., *resupinata*, id., *cornuta*, id., *Edwardsii*, Dav., *punctata*, Sow., les *Spirifer Walcotii*, id., et *rostratus*, Schloth., les *Pecten acuticosta*, Lam., et *textorius*, Gold., la *Mactromya liasina*, Ag., la *Lyonsia unioides*, Gold., l'*Opis sarthacensis*, d'Orb., la *Lutraria rotundata*, Gold., les *Trigonia clathrata*, Ag., et *costata*, Park., la *Plicatula spinosa*, Sow., les *Ostrea erina*, d'Orb., *gregaria*, Sow., les *Belemnites canaliculatus*, Schloth., *tripartitus*, id., les *Ammonites bifrons*, Brug., *serpentinus*, Schloth., *insignis*, Schübl., *radians*, Schloth., *complanatus*, Brug., *discoides*, Ziet., *variabilis*, d'Orb., *Desplacei*, id., *aalensis*, Ziet., *primordialis*, Schloth., et *annulatus*, Sow. Trois de ces espèces remontent, comme on sait, plus haut dans la série jurassique, et une, le *S. Walcotii*, appartient au troisième étage du lias.

Dans les montagnes qui du Moncayo se prolongent au N.-O. vers Burgos, la formation jurassique, comme on l'a déjà vu, occupe les flancs de la chaîne jusqu'à Brieva de Juarros, à 20 ou 24 kilomètres à l'est de cette ville, où règnent les mêmes assises du lias. Plus à l'est, entre Barbadillo de los Herreros et Canales, sur la route de Mansilla, on observe en outre l'étage d'Oxford. Les deux groupes y sont composés de calcaires gris ou bleuâtres, compactes, sublithographiques et à cassure conchoïde.

Au nord de Teruel, entre Villafranca et Villarquemado, le Xiloca (Jiloca) roule ses eaux au fond d'une vallée bordée à l'est par une haute falaise de calcaire jurassique dont la Peña-Palomera est le point culminant (1554 mètres d'altitude) (1), et à laquelle succèdent des dépôts lacustres fort élevés aussi (1300 mètres et davantage entre Aguaton et Rubielos). A l'est de la rivière d'Alfambra se montre une autre arête jurassique, qui atteint 1763 mètres, entre cette ville et le village d'El Pobo ; enfin, entre l'arête calcaire appelée Las Cruces del Pobo et le village de ce nom, on trouve à 1472 mètres des conglomérats tertiaires recouvrant transgressivement les couches jurassiques.

---

(1) De Verneuil et de Lorière, *Tableau des altitudes observées en Espagne en* 1853 (*Bull.*, 2e sér., vol. XI, p. 670, 26 juin 1854).

Le point le plus septentrional où nous ayons trouvé des fossiles de l'étage de Kimmeridge, dit M. de Verneuil (1), est situé près du village d'El Pobo, au nord de Teruel et à l'est d'Alfambra. Entre cette dernière ville et le hameau d'El Pobo s'élève la sierra d'Escoriguela, qui atteint 1763 mètres d'altitude, et qui est entièrement composée de calcaires renfermant quelques traces de fossiles du lias (*Pecten acuticosta*, *Terebratula tetraedra*, etc.). Sur le versant oriental de la montagne, à peu de distance du contact des couches secondaires redressées et des conglomérats tertiaires horizontaux (2), on observe des grès et des calcaires impurs, peu épais, ou des calcaires gris, micacés, avec *Ceromya excentrica*, Ag.; des moules voisins des Mactres, deux Trigonies, l'une voisine de la *T. concentrica*, Ag., l'autre de la *T. suprajurensis*, id., et dont nous connaissons l'analogue dans le Kimmeridge-clay du Havre, la *Pinnigena Saussurii*, d'Orb., la *Terebrabula varians*, Schloth., dans une couche différente des précédentes, et la *Notica dubia*, d'Orb. (*non* Roem., id.), fossiles qui indiquent incontestablement ici l'horizon du Kimmeridge-clay.

La superposition des calcaires arénacés et micacés fossilifères au grand massif des calcaires compactes jurassiques inférieurs est de la plus parfaite évidence près du village d'El Pobo, et le groupe supérieur qu'ils représentent se continue ensuite vers le S. On l'observe dans la sierra de Javalambre et au midi de Teruel, lorsqu'on se rend d'Alpuente à Arcos et à Ademuz. La petite rivière du Rio Arcos coule au fond d'une vallée de 300 mètres de profondeur sur les pentes de laquelle viennent affleurer les marnes et les calcaires rouges du trias très dérangés, recouverts transgressivement par des marnes feuilletées et des calcaires durs jurassiques. Ces derniers supportent, à leur tour, des grès et des marnes avec calcaires de la période crétacée remplis d'*Exogyra flabellata*. Dans les marnes grises feuilletées, MM. de Verneuil et Collomb ont rencontré la *Pholadomya Protei*, Defr., une autre espèce déformée, peut-être la

(1) M. de Verneuil, à notre prière, a bien voulu extraire ce qui suit de notes encore inédites, qu'il a prises avec MM. Collomb et de Lorière pendant leur voyage de 1855 à travers cette partie de la Péninsule.

(2) On doit remarquer ici que les conglomérats tertiaires ont été portés à une altitude de 1300 mètres, presque sans avoir été disloqués.

P. cor, Ag. ? la *Ceromya excentrica*, Ag., l'*Arca texta*, d'Orb. (*Cucullæa*, id. Roem.), la *Natica elegans*, J. de C. Sow. *in* Fitt. ?

Lorsqu'on suit la même zone jurassique un peu au S.-E., et toujours dans le voisinage des roches crétacées, on voit affleurer encore, près d'Alcublas, les mêmes calcaires gris, compactes, micacés, alternant avec des grès et contenant les mêmes fossiles (*Pholadomya*, voisine des *P. modiolaris*, *nitida* et *tenera*, Ag., réunies sous le nom de *P. striatula*, par M. d'Orbigny, *Mactromya rugosa*, Ag. var. *minor*, dans un calcaire brun à cassure esquilleuse), *Ceromya excentrica*, Ag., *Pinna*, indét., dans la même roche que la *M. rugosa*, *Trigonia gibbosa*, Sow,. *T.* indét., *Pterocera Oceani*, Brong., *Nerinea Bruntrutana*, Thurm. ?

Ces couches paraissent être au-dessous des calcaires durs exploités comme marbre dans cette localité, et elles ne tardent pas à être recouvertes à l'ouest par des grès et des sables crétacés accompagnés de lignite et surmontés eux-mêmes par des calcaires à Orbitolines et à *Requienia*.

Appendice de zone sud-est. — [Ch]aîne côtière de [l]a Catalogne.

Nous possédons peu de détails sur les îlots jurassiques de la chaîne côtière de la Catalogne, dont la direction E. 25° à 30° N. s'infléchit dans sa partie sud pour s'anastomoser avec le massif de la Peña-Golosa. M. Ezquerra del Bayo indique sur son *Esquisse géologique de l'Espagne* un massif considérable et continu entre Tortose et Sarreal ; mais sur la carte de MM. de Verneuil, Collomb et de Lorière, ce même espace que traverse l'Èbre du N. au S. de Garcia à Tortose, est d'une composition beaucoup plus compliquée. Les limites très sinueuses des dépôts tertiaires, crétacés, jurassiques, triasiques et de transition, puis des roches granitiques et nummulitiques de sa partie nord ont été tracées avec un soin particulier. Sur la rive droite du fleuve, un lambeau jurassique allongé et flexueux, borné à l'est par des couches tertiaires et au sud par les dépôts crétacés, s'appuie en partie à l'est contre un lambeau triangulaire du trias. Sur la rive gauche, à l'est de Xerta, un autre lambeau est compris entre les mêmes formations. Un peu plus au nord, deux îlots semblables se voient dans le massif des montagnes de Prades entouré par le trias, et un autre, fort petit, est marqué au sud-ouest de Reuss.

Nous ne trouvons plus ensuite de couches de cet âge dans tout le reste de la chaîne où règnent d'abord le trias appuyé sur le terrain de transition, puis les roches granitiques jusqu'à Belmunt et Pa-

laforgel. M. A. Vézian (1) signale, au-dessus de la dolomie du trias, un calcaire compacte, dur, tenace, de teinte foncée, brunâtre et noirâtre, souvent siliceux, sans fossiles, et constituant des massifs qu'il rattache aux groupes oolithiques. Mais, ni dans son texte, ni dans son tableau, ni sur la carte, les localités où se trouvent ces roches ne sont indiquées. Plus au nord, au pied des Pyrénées, la carte géologique de la France marque, à l'est de Castel-Follit, sur la rive gauche de la Fluvia, un lambeau jurassique de forme très irrégulière, reproduit sur la carte de M. de Verneuil, où un autre îlot se trouve aussi marqué à Figueras.

Zone principale sud-est. — Provinces de Murcie et d'Andalousie

M. Traill (2) mentionne, comme recouvrant souvent les grès rouges des chaînes centrales de l'Espagne, un calcaire blanc grisâtre, compacte, rapporté à la formation jurassique. Il est très développé dans les provinces de l'est, dans les montagnes de Jaen et de Grenade, comme dans la presqu'île de Gibraltar.

M. Ezquerra del Bayo (3) pensait que les couches oolithiques et le lias étaient fort étendus en Espagne, surtout dans sa partie sud-est, et ses prévisions ont été justifiées par les géologues qui, plus tard, ont parcouru le pays. Déjà il signalait dans le royaume de Murcie, avec M. G. de Leonhard (4), des calcaires gris clair, très développés, qui, entre Baza et Grenade, constituent des montagnes considérables, et les fossiles de Mula le faisaient conclure à l'existence en ce point du lias et de l'Oxford-clay. Sur sa carte, on voit seulement indiqué le lambeau d'Almansa à Villena, à la limite des provinces de Valence et de Murcie, lequel, selon M. de Verneuil, serait principalement crétacé, puis celui de Velez, entre Lorca et Huescar. M. Sauvage (5) cite également, dans ce pays, un calcaire gris formant des montagnes élevées, dirigées tantôt N. 26° E., tantôt E. 15° à 20° N., et qui, près de Mula, renferme des fossiles qui semblent appartenir au lias et à l'Oxford-clay.

Dans la région de la cordillère du Betis ou sierra de Grenade,

---

(1) *Du terrain post-pyrénéen des environs de Barcelone. Thèse de géologie*, in-4. Montpellier, 1856.
(2) *Rep. 7th meet. brit. Assoc. at Liverpool*, 1837 (Londres, 1838), p. 70.
(3) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 406, 1850.
(4) *Neu. Jahrb.*, 1851, p. 39.
(5) *Ann. des mines*, 4e sér., vol. IV, p. 99, 1843.

dit M. de Linera, traducteur de l'ouvrage de M. Willkomm (1), on peut rapporter à la période jurassique les masses gigantesques de la sierra de Sagra, celles de Periate, de Maria, de Velez-Blanco, d'Oria, de la Muela de Montalviche, le roc isolé qui forme la sierra de Javalcon (Jabalcol), près de Baza, et plus loin, au nord-ouest, les montagnes d'Antequera, d'Alhama, d'Elvira, celles de Grenade, et peut-être aussi une partie des montagnes compliquées de Jaen et de la Serrania de Ronda.

Dans la province de Murcie, les couches du groupe oolithique moyen s'observent aussi autour de Mula, entre Lorca et Los Velez, et constituent la sierra de Colubrina. Don Ramon Pellico (2) a distingué en effet, au-dessus du trias supérieur ou des marnes irisées, aux environs d'Hellin, des dépôts de la période jurassique, comprenant principalement l'*oolithe moyenne*, ou calcaire corallien, et l'*oolithe supérieure* qui correspondrait à l'étage de Portland. Sur la carte jointe à son mémoire, l'auteur a colorié comme jurassique la sierra de Colubrina à l'ouest de Lorca, puis un petit lambeau au sud de cette ville, un autre qui passe par Mula, et un quatrième au nord de Ziezar, au puerto de la Mala Mujer. Ce dernier est considéré par M. de Verneuil comme dépendant de la formation crétacée.

Au sud du parallèle de Valence, dit le même savant (3), depuis Requena, sur la grande route de Madrid à Valence, jusqu'à Moratalla et Cehegin, il y a un intervalle de 130 à 150 kilomètres, où l'on ne rencontre que quelques îlots jurassiques. Lorsque ceux-ci seront mieux connus, ils se rattacheront sans doute les uns aux autres, de manière à tracer une ceinture continue qui, s'étendant de Villagordo de Cabriel jusqu'à Moratalla, passerait entre Carcelen et Ayora, entre Chinchilla et Villar, et enfin à l'est d'Hellin.

Le groupe jurassique supérieur est connu sur trois points, dans la seconde partie de la zone sud-est. Ces points sont situés vers le bord de la formation, du côté où elle s'abaisse pour passer sous les terrains

---

(1) *Revista minera*, vol. IV, p. 449, 1853. — Observations, p. 585.

(2) *Extracto de una Memoria geol. sobre el distrito minero de sierra Almagrera y Murcia* (*Revista minera*, vol. III, p 7, 1852, avec carte).

(3) *Notes inédites*, 1855. Voyez *antè*, p. 192, nota, et *Revista minera*, vol. VII, p. 349, 1856.

plus récents des grandes plaines intérieures de l'Espagne. La première de ces oasis jurassiques, celle d'Ayora, n'est encore caractérisée que par un seul échantillon bien conservé de *Ceromya excentrica.* Entre Villar et Chinchilla, à environ 7 kilomètres à l'est de cette ville, la colline connue sous le nom de Cuesta de Arao-Blanco, en face de la Venta del Carcel ou Venta Nueva de las Casas, se compose de calcaires horizontaux, brun rougeâtre ou jaunâtre. Sur les pentes peu inclinées, mais couvertes de débris des roches sous-jacentes, on trouve, provenant d'un calcaire gris, compacte, à cassure esquilleuse, quelquefois grenu et subcristallin, ou encore blanc jaunâtre et terreux, des fossiles qui appartiennent au groupe supérieur, tels que *Homomya hortulana*, Ag., *Ceromya inflata*, id., *C. excentrica*, id., *Cardium dissimile*, Sow., *C.*, voisin de *C. Dufrenoycum*, Buv. (*Dufrenoyi*, id.), *C.*, voisin des *C. lotharingium* et *Dyoniseum*, id., *Mytilus beirensis*, Sharpe, *M. medus*, d'Orb.? *Ostrea menoides*, Munst. Gold.? *O. Marshii*, Sow.?? *Natica dubia*, Roem.? *N.* voisine de la *N. Georgeana*, d'Orb., *Nerinea*, forme voisine des *N. trinodosa*, Voltz, et *nobilis*, Sharpe.

La colline d'Arao-Blanco se prolonge à l'ouest vers Chinchilla, sans cependant se réunir à celle qui porte la ville et le vieux château de ce nom, et qui est composée de calcaire tertiaire marin.

Au sud-est de ce point, à l'est du lac de sel amer (sulfate de magnésie) situé entre Petrola et Montealegre, M. de Verneuil signale quelques fossiles, entre autres la *Ceromya inflata* et la *Terebratula inconstans*, qui rappellent le groupe jurassique supérieur ; mais les dépôts sont peu développés et se cachent presque immédiatement sous des calcaires crétacés avec des *Requienia* et des Nérinées. Quoi qu'il en soit, on peut remarquer que les derniers dépôts de la période jurassique sont toujours situés non loin des sédiments crétacés, et sur la lisière occidentale des dépôts plus anciens de la même période qui occupent la partie orientale de l'Espagne.

La ville d'Hellin est située à la jonction des couches du trias, de la formation jurassique et du terrain tertiaire lacustre moyen. Les roches jurassiques s'étendent principalement à l'est de la ville, et forment, dans la direction de Tobarra, des collines de 100 à 150 mètres d'élévation, composées de couches assez tendres, et dont la facile destruction rend la stratification assez obscure. Les fossiles rares et mal conservés sont dans des calcaires jaunâtres. L'*Ammo-*

nites biplex, une autre espèce indéterminée et un *Pecten* voisin du *P. subspinosus*, Schloth., Gold., semblent indiquer ici l'horizon de l'Oxford-clay. Bien que ces strates des environs d'Hellin soient très rapprochés des marnes et des argiles du trias, le contact des deux formations n'a pu être observé.

Le point le plus oriental de la péninsule où les dépôts qui nous occupent commencent à se montrer se trouve dans les sierras de Crevillente et del Rollo, à l'ouest d'Alicante. Le calcaire de la sierra del Rollo est un marbre rouge, compacte, à cassure esquilleuse ou céroïde, exploité pour des objets d'ornement ou comme pierre d'appareil pour les monuments publics. Il renferme quelques Ammonites (*A. tatricus*, Pusch), et rappelle beaucoup, suivant M. de Verneuil, de même que les marbres d'Antequera employés dans les églises de Malaga, le calcaire rouge ammonitifère (*calcareo ammonitico rosso*) du versant méridional des Alpes (*posteà*, chap. III).

Un peu au sud de la sierra del Rollo s'élève la petite chaîne de Crevillente, limite du terrain secondaire dans cette direction, et qui se relie par plusieurs chaînons parallèles dirigés E. 10° N. à l'O. 10° S. à la sierra de la Pila, point le plus élevé de tout ce massif calcaire (1260 mètres). Près de Crevillente, de même qu'au pied sud de la Pila, des calcaires marneux gris, compactes ou lithographiques, renferment les *Ammonites tatricus*, Pusch, *tortisulcatus*, d'Orb., *Adelæ*, id., *perarmatus*, Sow., *biplex*, id., *Sutherlandiæ*, id., *tumidus?*, Ziet., qui caractérisent l'étage d'Oxford.

Les chaînes de Crevillente et de la Pila présentent un ensemble de couches très compliqué, dans lequel la formation jurassique ne joue qu'un rôle peu important pour disparaître ensuite à l'ouest dans la grande plaine de la Segura. M. de Verneuil et ses collaborateurs ne l'ont point rencontrée dans les massifs de Ciezar, de Ricote et de Calasparra, où le trias et le groupe nummulitique sont très développés; mais on se rend difficilement compte pourquoi elle n'est pas représentée entre ces deux systèmes quand on la voit prendre une si grande extension dans les montagnes d'Alhama, de Maria et de la Sagra, situées plus à l'ouest.

Au nord de la petite ville d'Alhama, célèbre par ses eaux thermales, s'élève la sierra d'Espuña, la plus haute montagne du royaume de Murcie. C'est à son sommet, dont l'altitude atteint 1580 mètres, que l'on conserve, dans des glacières artificielles, la

neige employée pendant l'été par les habitants de Murcie et de Carthagène. Sa masse est presque entièrement calcaire, mais sa base est composée de schistes métamorphiques qui affleurent sur une fort petite partie de sa hauteur. Entre ces schistes et le calcaire jurassique est une zone de grès durs, rougeâtres et de calcaire gris bleuâtre qui doit représenter une partie du trias. Quelques amas de gypse y sont subordonnés. La mollasse tertiaire avec des Peignes et des Huîtres s'élève peu sur les contre-forts de cette belle montagne, dont les deux tiers de la hauteur comprennent des calcaires jurassiques jaunâtres, des marnes et un calcaire nummulitique peu diffèrent des précédents. Les couches très redressées sont presque verticales par places, et s'enchevêtrent de manière à rendre leur distinction souvent difficile. Le calcaire jurassique s'élève cependant un peu moins que les couches à Nummulites du sommet de la sierra, et les seuls débris organiques recueillis dans un calcaire gris compacte sont quelques fragments d'*Ammonites biplex*.

L'horizon que la vue embrasse de la cime de cette montagne est admirable par son étendue, dit M. de Verneuil. Ainsi on découvre le pays depuis la sierra de Meca près d'Almansa au N.-E., jusqu'aux cimes neigeuses de la sierra Nevada à l'O.-S.-O., sur un espace de 260 à 280 kilomètres de diamètre, borné à l'est et au sud par la Méditerranée.

De la sierra d'Españа, on voit très bien à l'ouest le haut massif jurassique de la sierra de Sagra, et à l'ouest-sud-ouest celui de la sierra Maria, près de Velez-Rubio. Mais entre ce dernier et la sierra d'Españа s'élève une chaîne connue sous le nom de sierra Colubrina et dont le point culminant appelé le Gigante n'a pas moins de 1493 mètres d'altitude. Cette chaîne est entièrement composée de calcaire d'un blanc pur, parfaitement oolithique, et dont les oolithes sont de diverses grosseurs.

Les eaux destinées à fertiliser les plaines de Lorca étaient autrefois recueillies dans deux vastes réservoirs ou *pantanos*, dont le plus ancien, situé à 14 ou 15 kilomètres à l'ouest de la ville, est encore creusé dans le terrain tertiaire, et le plus récent (*pantano nuevo*), placé à 14 ou 15 kilomètres plus loin, se trouve au milieu des montagnes de la sierra Colubrina formées de ces calcaires blancs oolithiques. Depuis le *pantano nuevo* jusque près de los Velez, les roches ne changent pas de caractère, et le dernier pic de ce massif montagneux du côté de Velez, appelé Muela de Montrebiche ou Montalbiche, est, comme le Gigante, composé de calcaires oolithiques

très purs. Mais, au delà et dans la sierra de Maria, on ne voit plus cette roche, d'ailleurs très rare en Espagne.

Aucun fossile n'a encore été découvert dans la sierra Colubrina, de sorte que c'est avec doute que M. de Verneuil rapporte ses couches à la formation qui nous occupe, bien que don Ramon Pellico se soit, comme on l'a vu, prononcé à cet égard pour l'affirmative.

La sierra de Maria ne donne pas lieu à la même incertitude. Tout à fait séparée de la sierra Colubrina par une dépression qu'occupe le terrain tertiaire, sa structure est fort simple. Étroite et allongée de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O., elle s'élève brusquement au-dessus des villages de Velez-Blanco et de Maria, pour s'abaisser vers Cullar et disparaître sous la haute steppe tertiaire de Baza. Sa longueur est de 24 à 25 kilomètres. Ses pentes sont recouvertes au sud par des calcaires et des grès nummulitiques que l'on voit à Chirivel et à Velez-Rubio, puis par des conglomérats et des marnes tufacées.

Les roches nummulitiques ne s'élèvent pas ici jusqu'au sommet de la montagne comme dans la sierra d'Espuña, mais se maintiennent à un niveau assez bas dans la plaine, où elles forment une petite rangée de collines comprises entre les couches jurassiques et les schistes métamorphiques talqueux et siliceux. Ces schistes cristallins constituent les sierras de las Estancias, d'Oria, de Lucar, de Baza, et se relient sans interruption à ceux de la sierra Nevada. Ils sont toujours associés à des masses puissantes de calcaire bleuâtre fendillé, tantôt cristallin, tantôt dolomitique, circonstance qui fait douter qu'on puisse les rapporter aux périodes silurienne ou dévonienne, pendant lesquelles il s'est déposé fort peu de calcaire dans cette partie de l'Espagne. Quel que soit leur âge, ils sont parfaitement distincts des vrais calcaires jurassiques et des dépôts nummulitiques qu'ils supportent.

La sierra de Maria est entièrement calcaire du sommet à la base, et c'est près de la ferme appelée Casa del Collado, sur son revers méridional, que MM. de Verneuil et Collomb ont recueilli les fossiles suivants, dans des calcaires compactes, blanc grisâtre ou gris jaunâtre, quelquefois lithographiques, ou bien marneux et gris verdâtre : *Tellina* ou *Thracia*?, *Terebratula*, nov. sp. à placer près de la *T. fimbria*, Sow., *Aptychus lamellosus*, Park.?, ou *imbricatus*, H. v. Mey.? *A. latus*, Park.?, *Ammonites Bakeriæ*, Sow. (d'Orb., pl. 149, fig. 2), *A. biplex*, Sow., *A. coronatus*, Brug. (d'Orb.,

pl. 169); trois Ammonites hétérophylles indét., une autre espèce ressemblant à l'*A. Sutherlandiæ*, une dernière rappelant l'*A. fimbriatus*, puis des fragments de Bélemnites.

Le pic le plus élevé de ce massif se trouve entre Chirivel (Chirvel) et le village de Maria. Il atteint, d'après les mesures barométriques de MM. de Verneuil et Collomb, 2033 ou 2039 mètres au-dessus du niveau de la mer. De son sommet, la vue n'est pas moins étendue que du sommet de la sierra d'Espuña; on distingue même beaucoup mieux la différence des formes qu'affectent les montagnes de la région secondaire et celles de la région métamorphique. Parmi ces dernières, on remarque au sud le pic de Bacares dans la sierra de Filabres, puis les montagnes de Baza, et, formant à l'horizon le dernier plan du tableau, la blanche et éclatante sierra Nevada. A l'ouest se dressent, encore revêtues au 20 mai de quelques plaques de neiges, les crêtes de la sierra de Jaen, et enfin au nord-ouest le pic majestueux de la sierra Sagra. La sierra Nevada appartient tout entière à la zone des roches métamorphiques; les deux autres chaînes sont le prolongement des roches secondaires.

Sur le versant septentrional de la sierra Maria, les calcaires jurassiques sont immédiatement recouverts par les dépôts tertiaires lacustres, et près de Cullar, à son extrémité occidentale, par des sédiments d'eau saumâtre remplis de *Cardium* très voisin de ceux qui abondent dans les steppes de la Russie méridionale (1). Enfin cette montagne n'offre point de profondes coupures transversales, et sa plus grande hauteur est située presque à son extrémité orientale.

Au nord de ce point, dont elle est séparée par une plaine ondulée composée de détritus modernes, de poudingues tertiaires légèrement inclinés, puis de marnes et de gypses horizontaux, s'élève une chaîne calcaire, dernier rempart, dans cette direction, de tout le haut massif qui s'étend jusqu'au plateau intérieur de la Manche. Le cône de la Sagra de Huescar est le point culminant de ce massif, dont les parties les plus hautes ensuite portent les noms de sierra de Cazorla et de Segura. Assez semblable par sa forme au massif alpin du mont Viso, sur les frontières de la France et du Piémont, le pic de la Sagra se trouve placé sur le bord méridional de cette série de

(1) Voy. *Russia and Ural*, par MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, vol. I, p. 299, et *antè*, vol. II, p. 933.

chaînons assez compliqués, mais dirigés généralement de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O. C'est une masse entièrement calcaire, à pentes assez rapides et dont l'altitude est de 2399 ou 2400 mètres. Vers le bas et le milieu de sa hauteur, la présence de quelques Bélemnites et d'Ammonites annoncerait le lias. Parmi ces dernières, on peut distinguer l'*A. Turneri*, Sow., et quatre autres espèces indéterminées. La première de celles-ci est très voisine des *A. Boucaultianus*, d'Orb., et *Loscombi*, Sow., la seconde de l'*A. jurensis;* la troisième appartient à la section des hétérophylles, et la quatrième, voisine de l'*A. Conybeari*, en est cependant distincte. Sur la cime même de la Sagra est un calcaire compacte, gris blanchâtre, à cassure esquilleuse, renfermant de nombreux moules de coquilles bivalves (*Pecten*, *Terebratula*, *Cardium*, *Gresslya*, etc., une Bélemnite, et un fragment d'Ammonite). La montagne serait ainsi entièrement composée de roches jurassiques probablement de l'âge du lias supérieur, ou comprenant ses deux premiers étages; nous disons probablement, parce qu'un seul fossile a pu être assez bien déterminé, et que, suivant M. de Verneuil, le lias s'observe rarement dans la partie méridionale de l'Espagne.

Au sud comme à l'est, cette montagne est enveloppée de marnes et de calcaires crétacés peu épais, auxquels succèdent bientôt les dépôts nummulitiques atteignant au Puerto del Hornillo 1680 mètres d'altitude. Ces derniers constituent peut-être une partie de la sierra Grillemona, où la neige persiste jusque vers la fin de mai. Du sommet de la Sagra, on voit au sud la sierra Nevada se détacher à l'horizon avec une grande netteté; mais, vers le nord, on comprend plus difficilement le labyrinthe des montagnes qui s'échelonnent les unes derrière les autres, et au delà desquelles le regard peut atteindre encore le Yelmo de Segura. Ce dernier massif domine la ville de ce nom et marque la limite septentrionale de la région montagneuse. Le Yelmo, dont l'altitude ne dépasse pas 1806 mètres, est un des points les plus élevés de cette limite, et le Cerro d'Almenara, qui la marque également près d'Alcaraz, ne dépasse pas non plus cette hauteur, de sorte que tout le massif semble avoir éprouvé un relèvement sensible du côté du S. Peut-être ce mouvement se rattacherait-il à celui de la sierra Nevada, qui en est peu éloignée.

La largeur du massif où la Segura et le Guadalquivir prennent leur source est de 50 à 75 kilomètres, suivant qu'on le mesure au nord de la Sagra ou plus à l'est; sa longueur entre Moratalla et Ca-

zorla est de 120 kilomètres, mais la chaîne ne se termine pas à Cazorla et elle se prolonge dans la province de Jaen. La région qu'occupe ce massif est une des plus désertes de l'Espagne, par la rareté de la végétation résultant de l'inaltérabilité des calcaires qui en forment la base et par les aspérités du sol. Cette surface est souvent découpée par des gorges profondes où coulent les affluents de la Segura, et par les vallées très excavées de la Segura elle-même et du Rio-Mundo qu'ombragent alors de belles forêts, telles que celle du duc d'Albe, celle de San Juan de Alcaraz et celle de Segura.

Sur l'esquisse géologique de M. Ezquerra del Bayo, ainsi que sur la carte de M. Willkomm, toute cette contrée a été coloriée comme appartenant au trias. M. de Verneuil, au contraire, la considère comme un large bassin limité des deux côtés par des roches jurassiques entre lesquelles se seraient déposés des sédiments crétacés, nummulitiques, et peut-être même de la période tertiaire moyenne. Une coupe S., N., faite de la Sagra de Huescar à la ville de Segura, présenterait la formation jurassique à ses deux extrémités. En effet, si le Yelmo de Segura est incontestablement crétacé, d'une part les calcaires compactes, gris de fumée, à l'est de la ville ont offert un échantillon d'*Ammonites biplex*, et de l'autre un calcaire gris jaunâtre, à grain fin, très magnésien, une empreinte de *Pecten*. Quoi qu'il en soit, les hautes montagnes d'où s'échappent les sources de la Segura, plus récentes qu'on ne le croyait, appartiennent aux périodes crétacée et nummulitique ; et le trias ne se montre en réalité que près d'Hornos, de Segura et de Siles.

La présence de couches jurassiques sur toute la limite nord de ce grand bassin est encore douteuse, car on n'a pas trouvé de fossiles dans les montagnes calcaires, telles que le Calar del Mundo, entre Yeste et San-Juan-de-Alcaraz, tandis que des deux côtés, au pied de cette grande arête, règnent des grès et des calcaires avec des fossiles crétacés.

Si le tracé de la bande jurassique septentrionale est encore un peu problématique sur la carte géologique de MM. de Verneuil, Collomb et de Lorière, il n'en est pas de même de celle qui s'étend de la Sagra à l'E.-N.-E. vers Moratalla, Caravaca et Cehegin. En effet, près de la première de ces villes, dans l'escarpement où vient se terminer le haut pays de la Segura, ces géologues ont trouvé quelques Ammonites (*A. heterophyllus*, Sow.?, et trois autres espèces dont une est voisine de l'*A. mimatensis*, d'Orb.). Entre

Caravaca et Cehegin, les fossiles jurassiques sont plus abondants, et sur la montagne, au sud-sud-ouest de cette ville, on en a recueilli dont les formes caractérisent, les unes le groupe moyen ou l'Oxford-clay, les autres des couches plus anciennes du troisième groupe. Ce sont : une Térébratule plissée, ayant la forme et les dimensions de la *T. varians*, une seconde espèce plissée et une troisième qui, vue par le front, ressemble à la *T. plicata*, Lam. *in* Dav., un *Aptychus* voisin de l'*A. lamellosus*, l'*Ammonites tatricus*, Pusch, une autre espèce rappelant l'*A. Constantii*, d'Orb., mais plus déprimée, dans un calcaire compacte varié de gris et de rose, l'*A. biplex*, dans un calcaire compacte gris rougeâtre ou blanchâtre, une autre voisine des *A. Brongniarti*, *Humphriesianus* et *striolaris*, enfin l'*A. Bakeriæ*, Sow. (*in* d'Orb., pl. 149, fig. 2), dans un calcaire marbre, très compacte, à cassure esquilleuse gris jaunâtre et rosâtre.

Cette bande jurassique, qui s'étend de Cehegin à la Sagra et au delà, est à peu près parallèle à celle qui va de la sierra d'Espuña à la sierra de Maria. Celle-ci, après s'être abaissée sous les plaines tertiaires de Cullar et de Baza, semble reparaître, par suite d'un dernier effort, dans la montagne isolée de Jabalcol, au nord-ouest de Baza. Cette dernière, entièrement calcaire, s'élève du milieu des dépôts tertiaires avec une forme presque circulaire et atteint environ 1500 mètres d'altitude, tandis que le plateau tertiaire horizontal de Cati, qui l'entoure, ne dépasse pas 982 mètres. La plaine qu'arrose le Rio de Baza, quoique à peu de distance du plateau de Cati, est encore bien plus basse ; la dénudation qui s'est exercée jusqu'à 700 mètres n'a point mis à découvert le terrain secondaire. Comme la sierra de Maria, la montagne de Jabalcol est composée de calcaire blanc jaunâtre, compacte, presque lithographique dans certaines parties, et renfermant l'*Ammonites plicatilis*, Sow.

Lorsqu'on suit la direction qu'affecte la formation jurassique depuis la sierra d'Espuña jusqu'au Jabalcol, on rencontre, à l'O.-S.-O., les montagnes d'Elvire, situées au nord de Grenade, et où l'on a déjà signalé la présence d'Ammonites jurassiques (1), puis la sierra d'Antequera, d'où l'on a extrait pour les églises de Malaga des marbres rougeâtres remplis d'Ammonites. Les couches prennent une

---

(1) Cook, *Sketches in Spain*, etc., vol. II, p. 288 et suivantes. Paris, 1834.

direction un peu plus méridionale, constituent la sierra de Ronda et se prolongent jusqu'à Gibraltar.

Au nord-ouest de la sierra d'Elvire et vers la lisière septentrionale de la sierra de Jaen, la même formation occupe aussi un certain espace encore peu connu. On sait seulement qu'au sud-est de Cordoue, près de Lucena, les calcaires sont remplis d'Ammonites. On a vu que M. Ezquerra del Bayo les avait signalées le premier, et, depuis, M. Fernando Amor a recueilli aux environs de Cabra plusieurs espèces de l'étage d'Oxford, telles que les *Ammonites Duncani*, Sow., *calloviensis*, id., *plicatilis*, id., *tatricus*, Pusch, *Hommairei*, d'Orb., *Adelæ*, id., et l'*Aptychus imbricatus*. Dans la même région, près de Baena, il existe aussi des couches avec *Ammonites hecticus*.

Dans le sud de l'Espagne, ajoute encore M. de Verneuil, le lias est assez rare, et, lorsqu'on le rencontre comme à la Sagra, il n'est indiqué que par la présence de quelques Ammonites. Il ne renferme plus ces brachiopodes si nombreux, les Plicatules, les *Pecten* et les Gryphées, etc., qui le caractérisent dans le nord.

Les dépôts jurassiques qui, suivant quelques observations isolées assez vagues et d'après la carte de M. Willkomm, se continuent au sud jusqu'à l'extrémité de la péninsule par les montagnes de Ronda et d'Ubrique, n'ont pas encore été étudiés avec assez de soin pour que nous ayons à faire ici autre chose que de les indiquer. Les deux côtés du détroit de Gibraltar, dit M. J. Smith, sont formés de grès siliceux, généralement brun jaunâtre, associés à des calcaires et d'argiles schisteuses plus ou moins endurcies renfermant quelques lits de silex et de charbon. Cet ensemble de couches appartiendrait à la formation jurassique (groupe inférieur), d'après les rares fossiles qu'on y a trouvés (*Terebratula fimbria* et *concinna*).

Gibraltar.

Nous avons déjà mentionné (*antè*, vol. II, p. 215 et 837) ce qui se rattache aux phénomènes des époques quaternaire et tertiaire de la presqu'île de Gibraltar. Nous avons fait voir que, suivant M. J. Smith (1), un premier soulèvement ayant émergé les dépôts secondaires, des couches marines s'étaient formées autour de la partie ainsi portée au-dessus des eaux. Un second soulèvement inclina ces dernières de 19°, en les élevant à leur tour au-dessus du niveau

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, p. 298, 1844. — *Ibid.*, vol. II, p. 41, 1846. — *Philos. magaz.*, mars 1845. — Imeris, *Transact. r. Soc. of Edinburgh*.

de la mer; mais cet effet ne s'étant pas produit dans la partie nord de la péninsule, il en est résulté une brisure sur un des côtés de laquelle les couches ont été plus élevées que sur l'autre, comme le montre la fente et les ravins qui séparent Middle-Hill de Rock-gun-height.

D'après M. Scharenberg (1), les calcaires compactes, gris, crevassés, traversés par des veines de silex et criblés de cavités, qui avaient été déjà rapportés à la période jurassique par Haussmann et plus tard, sans motifs, au système silurien, reposeraient à l'ouest sur des schistes argileux, micacés et sur des schistes siliceux formant de ce côté la base de la montagne.

Autour de la baie de Gibraltar, les collines atteignent de 600 à 900 mètres, et à leur base s'étendent des calcaires tertiaires de la période moyenne. Le massif qui porte les forts constitue une péninsule oblongue, de 4000 mètres du N. au S., sur 1200 mètres de large. Il se termine au nord par une falaise perpendiculaire de 380 mètres de hauteur, et sa plus grande élévation est de 448 mètres; son extrémité sud est caractérisée par trois falaises ou terrasses successives; la moitié nord ou la plus élevée est partagée en trois parties par des fentes et de profonds ravins.

Iles Baléares. Ce que nous avons dit des caractères des îles Baléares, et en particulier de l'île de Majorque (*antè*, vol. V, p. 61) nous dispense d'y revenir ici. Les géologues qui en ont traité, tels que MM. Élie de Beaumont, Alb. de la Marmora et P. Bouvy, ont donné quelques généralités que nous avons reproduites et qui embrassent les roches secondaires de ces îles, ainsi que leur disposition en grand fort bien exprimée sur la carte géologique de l'Europe qu'a publiée depuis sir R. Murchison.

J. Haime (2), dont la perte récente a été si vivement sentie par tous les amis de la science, après avoir visité divers points de l'île et examiné plusieurs collections de fossiles, a reconnu que les dépôts sédimentaires les plus anciens qui affleurent au pied de l'escarpement nord-ouest de la chaîne, le long de la côte, étaient des calcaires gris déjà rapportés au lias par M. Élie de Beaumont, et qui, près de

---

(1) *Gibraltar und dessen geologische Verhältnisse* (*Übersicht der Arbeiten und Verhand. der Schles. Gesellsch. f. vaterl. Kult.*, 12 mai 1852). — *Neu. Jahrb.*, 1852, p. 734.

(2) *Notice sur la géologie de l'île Majorque* (*Bull.*, 2e sér., vol. XII, p. 734 et pl. XV, 1855).

Soller, au col de la Mulcta, renfermaient les fossiles suivants : *Montlivaultia Haimei*, Chap. et Dew., *Pholadomya decorata*, Ziet., *P. reticulata*, Ag., *Mactromya liasina*, Ag., *Amphidesma donaciforme*, Phill., *Lima pectinoides*, Desh., *Pecten disciformis*, Schübl., *P. textorius*, Schloth., *Terebratula tetraedra*, Sow., *Natica Koninckana*, Chap. et Dew., *Belemnites umbilicatus*, Blainv., *Ammonites Jamesoni*, Sow. Ces espèces nous font donc reconnaître encore ici les étages supérieurs du lias, si constants sur le continent opposé.

La comparaison des fossiles a prouvé aussi qu'une partie des roches regardées jusque-là comme crétacées appartenaient réellement à l'étage d'Oxford. On y a rencontré en effet, à Benisalem et à Alaro, la *Terebratula diphya* de Buch, *Aptychus imbricatus*, H. v. Mey., *Belemnites hastatus*, Blainv., *Ammonites athleta*, Phil!., *A. plicatilis*, Sow. Enfin nous ajouterons que J. Haime a décrit trois espèces nouvelles du lias de cette localité : ce sont le *Pecten Lacazei*, l'*Ostrea Marmorai* et la *Terebratula Davidsoni*.

Résumé.

Nous avons insisté sur la distribution particulière des dépôts jurassiques à la surface de la péninsule ibérique et sur les caractères des roches qui les composent, caractères plus uniformes dans le sens vertical et dans le sens horizontal qu'ils ne le sont ordinairement lorsqu'on embrasse une étendue de pays aussi considérable. Nous avons fait remarquer le mode particulier d'accidentation ou de brisure qui avait affecté de hauts et vastes plateaux bordés de gorges ou de fentes à parois verticales. Celles-ci découpent le pays en tous sens dans les principaux massifs du versant méditerranéen, et lui impriment un aspect propre, tout en rendant beaucoup plus difficile et plus longue la détermination des limites géologiques, par l'absence de coordination à des axes déterminés ou à des centres préexistants. Le manque d'horizon pétrographique constant et bien caractérisé, la prédominance presque exclusive des roches calcaires, font aussi que les sous-divisions sont moins nettes, ce qui nous a obligé de les décrire simultanément, et souvent leurs limites sont restées incertaines.

Les caractères paléontologiques seuls ne nous ont pas fait défaut. Nous avons pu en effet reconnaître d'une manière certaine les représentants des quatre faunes principales de la formation, se montrant dans leur ordre habituel d'ancienneté, de telle sorte que l'on peut admettre que les sédiments des quatre groupes dans lesquels elle se décompose y ont aussi leurs analogues; mais, si nous

cherchons des ressemblances d'un ordre moins élevé ou moins général et surtout qui soient plus complètes dans les détails, nous trouverons la faune de cette période encore bien pauvre et bien peu variée dans la péninsule, relativement à ce qu'elle nous a fait voir dans d'autres parties de l'Europe. Nous n'y connaissons pas encore 200 espèces, et celles qui ont été recueillies jusqu'à présent n'appartiennent qu'à certains horizons de chaque groupe, où les espèces de deux étages contigus, mais bien distincts d'ailleurs, semblent être mélangées.

Ainsi, la faune du groupe supérieur, qui n'a encore été signalée que dans la partie orientale du versant méditerranéen, vers la jonction des zones nord-est et sud-est, entre le parallèle de El Pobo, au nord de Teruel et à l'est d'Alfambra, et celui de Chinchilla, sur une étendue de 46 lieues, nous a offert des fossiles dont les uns, et c'est le plus grand nombre, appartiennent à l'étage de Kimmeridge et les autres à celui de Portland. L'épaisseur de ces couches, recouvertes immédiatement à l'est par les dépôts crétacés ou tertiaires, est jusqu'à présent assez faible.

Dans le groupe moyen, l'étage du coral-rag est encore douteux, ou, s'il existe, ce ne peut être que dans la région d'Albarracin, dont tous les fossiles n'ont pas été déterminés spécifiquement. L'étage d'Oxford, au contraire, prend un grand développement en surface dans les zones nord-est et sud-est; les corps organisés y sont peu variés, mais assez caractéristiques et assez répandus pour ne laisser aucune incertitude sur leur âge. Ce sont presque constamment les mêmes sur tous les points où cet horizon a été signalé, ainsi que dans l'île de Majorque.

Le développement du groupe oolithique inférieur semble jusqu'à présent restreint à un petit nombre de localités assez éloignées les unes des autres et n'y avoir qu'une très faible épaisseur. Ses fossiles, peu nombreux, ont été signalés des deux côtés du massif des montagnes situées entre Burgos et le Moncayo, mais plus particulièrement autour d'Albarracin. Peut-être le rocher de Gibraltar appartient-il à cette période?

Le groupe du lias est le plus étendu des quatre à la surface de l'Espagne. Il est assez rare qu'aucun des précédents se montre sans lui, et il existe sur une infinité de points où manquent ces derniers. Malgré son extension horizontale et une certaine épaisseur, il n'a encore présenté, sauf quelques exceptions qui ont besoin d'être vérifiées, que des fossiles du premier et du second étage, ou bien du

lias supérieur, si pour la commodité du langage nous les réunissons tous deux sous cette dénomination. En outre, ces fossiles n'y paraissent pas occuper deux horizons distincts, comme en France, en Angleterre et en Allemagne, mais être au contraire associés indifféremment dans les mêmes couches. La faune du lias inférieur, si bien caractérisée dans une grande partie de l'Europe par la *Gryphæa arcuata*, l'*Ammonites Bucklandi* (1), les *Cardinia*, etc., ensevelis dans des couches dont les caractères pétrographiques ne sont pas moins constants, manquerait complétement au sud des Pyrénées comme sur le versant nord de cette chaîne.

L'étendue de la surface qu'occupe chaque groupe en Espagne est presque en raison inverse de leur ancienneté, le lias ayant été observé partout, et le groupe supérieur seulement dans la partie orientale du versant méditerranéen, comme si le pays eût éprouvé une émersion graduelle depuis le commencement jusqu'à la fin de la période jurassique. Les limites respectives des deux groupes intermédiaires sont moins bien définies.

Ce qui frappe, lorsqu'on remarque la position aujourd'hui isolée de la péninsule ibérique et de ces dépôts par rapport à ceux du reste de l'Europe, c'est de n'y pas trouver plus de différences entre les types de divers groupes comparés à ceux du nord. On n'y a rencontré jusqu'à présent qu'un très petit nombre d'espèces nouvelles, et nous avons vu par exemple, sur les bords opposés du bassin du nord de la France, des différences beaucoup plus tranchées dans les dépôts d'une même division que nous n'en trouvons entre telle faune du centre de l'Espagne et celle qui lui correspond dans le Jura, la Bourgogne ou l'Angleterre. On conçoit d'ailleurs que la grande barrière actuelle des Pyrénées, qui n'était alors jalonnée que par quelques îlots de terrain ancien, n'apportait aucun obstacle à la communication directe de la mer jurassique du nord avec celle du sud.

Si l'on cherche à quelles divisions zoologiques appartiennent les fossiles qui ont servi à établir le synchronisme des sédiments de ces deux grandes régions, on remarquera que celui-ci repose principalement sur l'analogie des céphalopodes et des brachiopodes pour les trois groupes inférieurs, et sur celle des acéphales dimyaires pour

---

(1) Ces deux espèces ont été citées à la vérité une fois, mais leur existence n'a pas été constatée depuis.

le premier, ce qui s'accorde parfaitement avec le développement relatif et proportionnel de ces animaux, tel que nous l'a montré l'étude de la faune jurassique d'Angleterre.

Il n'est pas moins digne d'observation que les ostracées, qui jouent un rôle si important dans la caractéristique des groupes et des étages du nord, manquent presque complétement ici ou ne peuvent y servir de repère utile : telles sont l'*Ostrea expansa* du Portland-stone, l'*O. deltoidea* et l'*Exogyra virgula* du Kimmeridge-clay, la *Gryphæa dilatata* et l'*O. Marshii* de l'Oxford-clay, les *Ostrea costata* et *acuminata* de la grande oolithe et du fuller's earth, les *G. arcuata*, *Maccullochii* et *obliquata* du second et du troisième étage du lias. La *Gryphæa cymbium* n'est citée que dans une seule localité, et l'*Ostrea gregarea* ou une variété propre aux couches du lias, tandis que le type de l'espèce est oxfordien, représenterait presque à elle seule ces formes d'ostracées si variées et multipliées à profusion dans le nord. D'autres acéphales monomyaires, quoique moins rares (les Limes, les Peignes, les Plicatules, les Posidonomyes), sont encore relativement peu répandus. Les gastéropodes manquent presque tout à fait, et les radiaires échinides ou stellérides, de même que les polypiers qui formaient des couches entières dans les îles Britanniques, l'est de la France, en Suisse, etc., sont à peine représentés ici par quelques individus. Déjà, comme on l'a vu, le midi de la France nous avait préparé à cette modification de la faune jurassique.

Les recherches futures étendront sans doute le champ des découvertes déjà parcouru avec tant de succès par M. de Verneuil et ses collaborateurs ; elles pourront modifier ces premiers résultats de nos connaissances sur un sujet étudié depuis peu de temps encore. Mais nous n'avons point à préjuger de l'avenir : notre rôle se borne à constater les faits bien observés déjà nombreux et à en déduire les conséquences que leur comparaison peut suggérer.

CHAPITRE III.

FORMATION JURASSIQUE DU VERSANT MÉRIDIONAL DES ALPES.

§ 1. — Alpes maritimes et du Piémont.

Dans les Alpes maritimes et du Piémont, le système de couches, rapporté à la formation jurassique et colorié comme tel sur la carte géologique de la France, se lie si bien aux roches d'un âge moins certain, désignées par l'expression de *terrain jurassique modifié*, puis en partie par celle de *schistes gris et verts* et de *terrain jurassique indéterminé* sur la carte géologique de la Suisse, enfin par celle de *terrain jurassique métamorphisé* sur les cartes de M. A. Sismonda, que nous les décrirons ensemble et en suivant une marche géographique du S. au N. Les géologues, et particulièrement celui que nous venons de citer, ont procédé ainsi, dans l'impossibilité où ils se sont trouvés de ne pas traiter en même temps des roches sédimentaires altérées et des roches d'origine ignée qui s'y sont introduites en les dérangeant et en les modifiant. Nous aurons donc ici, et par exception, à parler simultanément de faits d'un ordre très différent et dus à des causes également très diverses, mais que leur proximité et leur connexité actuelles ne permettraient pas d'isoler, sans que nous courrions le risque d'être inintelligible ou de tomber dans des répétitions fatigantes.

Comté de Nice.

On a déjà vu (*antè*, vol. V, p. 65) quelle était la diversité des opinions émises sur les dépôts secondaires des environs de Nice. De la Bèche, en 1829, regardait la plus grande partie des côtes de la Méditerranée, entre cette ville et Vintimiglia, comme appartenant à la formation jurassique. La carte de l'Europe occidentale et centrale de M. de Dechen (1839) montre également les couches de cette formation circonscrivant les dépôts crétacés et nummulitiques et occupant aussi, avec les sédiments tertiaires, les bords de la mer entre ces deux villes. La *Carte géologique de la France* (1841) n'indique aucune couche jurassique dans le voisinage de la côte ; on ne les observe qu'au nord, entre Breglia et Tende, s'étendant peu à l'est, mais se prolongeant vers l'ouest pour y occuper une surface qui va en s'élargissant jusqu'à la frontière de France, où le

groupe nummulitique lui succède comme au nord les roches cristallines. Plus à l'est, d'Albenga à Bergeggi sur la côte, une bande jurassique se continue encore vers l'est, comprise entre les roches cristallines au nord et les couches nummulitiques au sud, pour se lier à l'ouest, non loin de la route de Tende à Coni, avec les roches modifiées qui forment toutes les montagnes lorsqu'on se dirige vers le pied du mont Viso. A cet égard, l'*Esquisse d'une carte géologique de l'Italie*, par H. de Collegno (1844), ne fait que reproduire le tracé de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont.

M. de Tchihatcheff, au contraire (1842), distingue fort bien, comme de la Bèche, les dépôts jurassiques des dépôts crétacés: les premiers occupent tous les environs immédiats de Nice à l'est, jusqu'à Villefranche, se prolongent jusqu'à Éza et au delà par le Mont-Gros et le Mont-Lenza, puis couvrent les trois quarts de la presqu'île de Saint-Hospice, la principauté de Monaco, etc. Au nord de Nice, ils remontent par Falicon vers Aspremont et Tourette.

La carte géologique de la Ligurie maritime, par M. L. Pareto (1846), diffère peu de celle de M. Sismonda dont nous allons parler; mais on a déjà fait remarquer que, par suite sans doute d'une erreur de coloriage, la formation jurassique s'y trouve tracer une bande continue entre la *craie verte* et le groupe néocomien. La carte qu'a jointe M. A. Sismonda à ses Notices et éclaircissements sur la constitution des Alpes du Piémont (1847) nous présente encore, dans la distribution et les contours des dépôts jurassiques, beaucoup d'analogies avec la carte de France ; mais on y voit çà et là, épars à la surface, des îlots plus ou moins considérables de roches nummulitiques qui manquent sur cette dernière. La distribution des couches néocomiennes y offre à très peu près celle des couches jurassiques de M. de Tchihatcheff. Enfin, sur la carte géologique de l'Europe de MM. Murchison et Nicol (1856), le terrain tertiaire inférieur règne d'une manière continue depuis Albenga jusqu'à Nice. Au nord de cette ville, un massif crétacé occupe tout l'espace qui sépare la Roya de la Tinea, et ce n'est qu'au delà que commencent les couches jurassiques ; de sorte que cette dernière carte diffère encore des six précédentes, sur trois desquelles domine la formation jurassique, tandis que, sur les trois autres, c'est la formation crétacée (1).

(1) Voyez aussi : Carte du comté et des environs de Nice, par Risso (*Nov. Acta Acad. nat. curios.*, vol. XI et XII). — *Miner.*

Les dépôts jurassiques des environs de Nice, dit M. Pierre de Tchihatcheff (1), sont composés de calcaires tantôt jaunâtres, tantôt plus ou moins noirs. Les premiers passent souvent aux seconds, mais souvent aussi deviennent cristallins, comme le long de la plage de Nice à Villefranche, sur la presqu'île de Saint-Hospice, etc. Les calcaires jaunâtres, et ceux de teinte foncée, sont plus ou moins magnésiens, mais presque partout les fossiles sont rares. Le savant voyageur décrit avec soin leurs caractères pétrographiques et orographiques, sur un grand nombre de points, tels que la vallée de Saint-André au nord, au Monte-Calvo et au Mont-Revel, dans la presqu'île de Saint-Hospice, où les couches redressées forment une crête dirigée du N. au S. jusqu'à la pointe du phare. Les amas de gypse que l'on connaît dans ce pays sont disposés sur une ligne parallèle au cours du Paglione. L'un d'eux se trouve à côté de la place d'armes, et un autre sur la pente occidentale du mont Saint-Alban. Leur contemporanéité avec les couches jurassiques ne paraît pas d'ailleurs être encore bien constatée.

Quoique les Alpes et les Apennins aient été soulevées à des époques différentes, ces deux chaînes, suivant M. A. Sismonda (2), se ressemblent par leur composition, comme on le voit lorsqu'on passe des Alpes maritimes dans la région qu'occupent les Apennins, et lorsqu'on suit ces dernières jusqu'à Sarzana. Les formations antérieures au terrain tertiaire se continuent sans interruption d'une chaîne à l'autre. Dans les Apennins de la Ligurie, les couches jurassiques ont les mêmes caractères que dans les Alpes, et les plus basses y constituent également un équivalent du lias. Les fossiles que nous citerons dans le golfe de la Spezzia le prouvent assez, contrairement à l'opinion qui tendrait à faire retrouver sur ce dernier point, comme dans les Alpes, des dépôts plus anciens. S'il en existait, en effet, il

---

Taschenb., 1824, p. 558. — *Hist. natur. de l'Europe méridionale*, vol. I, 1827. — Carte de la Ligurie, par M. Pareto (*Journ. de géol.*, vol. I, pl. 12). — *Sur le col de Tende*, par Buckland (*Transact. geol. Soc. of London*, 1re série, vol. III, p. 187).

(1) *Coup d'œil sur la constitution géologique des provinces méridionales du royaume de Naples, suivi de quelques notions sur les environs de Nice*, in-8, avec carte. Berlin, 1842.

(2) *Osservazioni geologiche sulle Alpi maritime*, etc., Observations géologiques sur les Alpes maritimes et sur les Apennins de la Ligurie (*Mem. della r. Accad. di Torino*, 2e série, vol IV, p. 53, 1842). — *Neu. Jahrb.*, 1841, p. 352.

faudrait les chercher là précisément où ils ne se distingueraient plus des roches primaires ou cristallines.

Dans la vallée de la Corsaglia, au nord de celle du Tanaro, poursuit M. Sismonda, les roches stratifiées ont été dérangées par l'apparition du porphyre rouge. Aux environs de Saint-Michel, où se montre le terrain tertiaire moyen, celui-ci a été traversé, près de la Tour, par des schistes et des calcaires jurassiques diversement inclinés. Les roches de la vallée précédente sont d'abord des schistes talqueux verts, à grains de quartz vitreux ou rougeâtres, qui passent à des poudingues en bancs puissants, formés de diverses roches anciennes environnantes. Près des villages de la Vierge-de-Corsaglia et des Fontaines apparaît un gneiss ancien bien caractérisé, recouvert par une anagénite quartzeuse. Celle-ci correspond à celle que l'on voit au delà d'Ormeo, dans la vallée du Tanaro. Dans le même district, un calcaire cristallin gris-brun repose sur une roche talqueuse fissile, et est souvent surmonté de poudingues. A leur jonction sont des schistes argileux modifiés, presque verticaux, dirigés E. 15° S. à l'O. 15° N.

Ce ne sont point les porphyres quartzifères qui ont dérangé ces roches de sédiment, car celles-ci en renferment de nombreux fragments ; mais ce sont probablement les serpentines et les filons métallifères du voisinage, moins anciens que les porphyres rouges. Ces roches stratifiées semblent à M. Sismonda, comme celles de la haute vallée du Tanaro, représenter le lias, avec les caractères que nous lui avons vus dans la Tarentaise, où la série des couches et leur superposition aux roches primaires sont tout à fait comparables. Ainsi, à partir de ces dernières, ce sont des grès et des schistes métamorphiques avec des calcaires cristallins, puis une assise calcaire recouverte à son tour par des poudingues, des quartzites et un banc subordonné de calcaire gris-brun foncé, cristallin. Celui-ci, traversé par de nombreuses veines spathiques, couronne le sommet des montagnes séparant la vallée de Corsaglia de celle du Tanaro. Or, ces roches affectent le même ordre dans les montagnes de la Tarentaise et généralement dans toutes les Alpes du Piémont.

L'auteur décrit ensuite les roches qui, se trouvant entre Viozenne et Carlino, se prolongent jusqu'à la mer et celles des environs d'Ormea, de Garessio, etc. Sous une série de calcaires compactes, gris, brun foncé, en lits minces, de calcaires compactes gris cendré, terreux, de grès quartzeux gris clair à ciment calcaire, développés autour du col de Tende, vient à Anderfie un psammite gris sale, mi-

cacé, un calcaire schisteux foncé, probablement jurassique ; puis des deux côtés de la Roya des schistes argileux calcaires plus ou moins micacés, et des grès blancs compactes ou gris sale, quelquefois argileux, encore micacés et peu durs. Toutes ces roches, inférieures aux bancs puissants de poudingue de l'étage d'Oxford, si développé à l'entrée de la vallée du Rio-Secco, sont rapportées au lias.

Le calcaire noir qu'on voit au-dessus du village de Tende, et qui ferait partie du groupe oolithique inférieur, parait renfermer des traces de crinoïdes. Il avait été d'abord rangé par Buckland dans le calcaire carbonifère, et le poudingue dans le grès rouge. Avant qu'on entre dans le village de Fontana, on voit le conglomérat s'élever de nouveau, et l'on saisit mieux aussi sa position sur des schistes verts, violacés, assimilés au lias. Plus loin, ces roches semblent être représentées par un calcaire compacte noir, avec des crinoïdes, et qui correspondrait au grand calcaire de Villette, en Tarentaise (*antè*, p. 111, 116, 121), à celui qui, près de Tende, se trouve entre le poudingue et les schistes, enfin à l'étage de la grande oolithe. L'auteur examine aussi les roches jurassiques du saut de la Ghiandola, des environs de Sospello, où se présentent des gypses associés à des cargnieules, et du passage de Brauss, où elles sont recouvertes par les couches crétacées supérieures.

Près de Ceriale reparaissent les couches jurassiques des vallées du Tanaro, de la Corsaglia, du Pesio, du Vermanega, etc. L'alternance des calcaires et des schistes talqueux verdâtres finit à mi-chemin de Borgo-Finale à Variegotti. Le calcaire qui vient ensuite plonge au N. 25° O., et est recouvert de brèche calcaire renfermant aussi des bancs de grès talqueux verts, passant à un poudingue semblable à celui des Alpes maritimes et placé de même. La galerie du cap Noli traverse deux calcaires, l'un brun et l'autre rose sale, plongeant au S. 25° E. Le calcaire cesse un peu avant Noli, séparé des schistes talqueux primaires par un grès gris jaunâtre clair, inclinant au N. 30° O. Au delà du cap de Bergeggi, les calcaires jurassiques sont encore recouverts par le poudingue, si fréquent dans les Alpes.

Le soulèvement pyrénéo-apennin a été attribué à l'apparition des serpentines et des euphotides, très répandues dans les montagnes de Bergeggi, et M. Pareto a remarqué que l'alignement de ces roches ou leur plus grand axe se trouvait particulièrement dans la direction des Alpes occidentales : ce que confirmerait la direction des couches ; mais MM. Élie de Beaumont et Sismonda admettent que l'élévation

des Apennins ne s'est pas faite d'un seul coup ; elle a eu lieu à plusieurs reprises, après les dépôts crétacés, comme le prouvent les changements fréquents dans la direction des couches, les nombreux filons qui les traversent, etc. On a vu précédemment que les serpentines et les euphotides avaient aussi apparu à diverses reprises.

M. Perez (1) a fait observer que, sous le gault ou sous l'étage néocomien inférieur, sont des calcaires compactes jaunâtres, plus ou moins dolomitiques, formant les flancs et les sommets des principales montagnes des environs de Nice, et se prolongeant dans la Ligurie occidentale. Leur puissance est d'environ 30 mètres, et ils ont été changés en gypse et en dolomie par les agents qui les ont bouleversés. On peut y distinguer trois assises : la première, qui à Fiaro succède immédiatement aux couches néocomiennes, renferme beaucoup de polypiers ; la seconde, très dolomitique, contient des Nérinées, et l'inférieure a présenté à Monte-Calvo, dans le vallon de Saint-Andrea, au pied de la colline de Rovello à San-Ponzio, à Monte-Albano, à la colline de Turbia, près San-Lorenzo, des Bélemnites indéterminées avec les *Ammonites biplex*, Sow., *multiradiatus*, *tortisulcatus*, d'Orb., *flexuosus*, Ziet., *Kœnigi*, Sow., *subfascicularis*, d'Orb., et d'autres espèces de la section des *planulati*, la *Nerinea Visurgis*, Rœm., les *Terebratula perovalis*, Sow., *globosa*, id., *maxillata*, id., des échinides et des crinoïdes. Ces calcaires, déjà regardés comme jurassiques par de la Bèche, Buckland et M. P. de Tchihatcheff, avaient été reportés au groupe néocomien par M. A. Sismonda.

Dans un mémoire subséquent, ce dernier géologue (2) crut, ainsi qu'on vient de le dire, avoir mis à tort les conglomérats de la vallée de la Roya dans l'étage d'Oxford, et cela parce qu'ils étaient placés sous des calcaires rapportés à l'oolithe inférieure et dont il attribuait la position à un plissement et à un renversement ; mais, en réalité, les poudingues et les conglomérats sont dans leur position naturelle. Seulement, par une autre méprise, l'auteur plaça les roches détritiques en question sur l'horizon des roches analogues inférieures au lias de la Savoie et des vallées voisines de la Vesubia, de la Tinea,

(1) *Atti verbali della sezione di geologia della 8ª riun. degli scienz. italiani in Genova*, 1846, *compilati da A. de Zigno*, p. 32 ; Padoue, 1849.

(2) *Notizie e schiarimenti*, etc., Notes et éclaircissements sur la constitution des Alpes du Piémont (*Mem. della r. Accad. di Torino*, 2ᵉ série, vol. IX, avec 2 cartes et 1 pl. de coupes, 1846).

du Var, etc., tandis que, dans sa dernière publication (1), il a remis ces poudingues dans l'étage d'Oxford, et reporté à un étage plus élevé les calcaires qui les surmontent, comme on le voit dans les montagnes qui environnent le col de Tende. Près de Fontana, un calcaire, qui paraît être plus bas que les roches détritiques précédentes, représenterait le lias supérieur, très développé dans les montagnes de la Vesubia, de la Tinea et du Var, où il repose sur des conglomérats rouges probablement en rapport avec ceux du trias de la France, qui en sont peu éloignés.

A l'étage d'Oxford, ou mieux au groupe moyen, se rattacheraient aussi les conglomérats avec des quartzites et divers schistes qui, de la vallée de la Vraita, passent dans celle de la Maira, reparaissent vers le débouché de la vallée de la Stura pour s'étendre, en acquérant une grande épaisseur, dans les montagnes qui bordent les vallées du Pesio, de l'Ellero, du Tanaro, etc. Les conglomérats, les schistes, les quartzites et les calcaires de ce groupe forment les premiers contre-forts qui longent les Alpes, en circonscrivant la plaine du Piémont d'une part et en pénétrant en France de l'autre pour rejoindre les roches contemporaines de la vallée de l'Ubaye et du Briançonnais. Sur le versant sud-est de la chaîne, il est d'ailleurs encore plus difficile qu'en Savoie de distinguer les conglomérats de ce groupe de ceux des divisions jurassiques plus anciennes. Aussi M. Pareto (2) avait-il mis sous le lias, comme ceux du département du Var, les poudingues des Alpes maritimes dont on vient de parler.

(P. 40.) Sur le versant piémontais, les roches rapportées à l'étage d'Oxford sont recouvertes d'une puissante masse calcaire avec des schistes (Alpes Cozié, Alpes maritimes et Apennins). Dans les Alpes maritimes, c'est principalement un calcaire qui, suivant les lieux, varie dans sa teinte, sa structure et sa pureté Il est schisteux ou grenu, céroïde, brun, gris ou blanchâtre. Il couronne les cimes qui entourent le col de Ro, le mont Thabor et autres montagnes qui avoisinent la chaîne où la Dora-Riparia prend sa source. Les diverses variétés se trouvent réunies à l'origine des vallées de la Vraita et de la Macra. Les montagnes d'où descendent les vallées de la Vermanaga, du Pesio, de l'Ellero, du Tanaro, de la Roya, etc., sont peut-être le point où les calcaires de cette période sont le plus dévelop-

(1) *Classificatione dei terreni*, etc., Classification des terrains stratifiés des Alpes (*Ibid.*, vol XII, p. 35, 1 carte, 1 pl. de coupes, 1852).

(2) *Descrizione de Genova e del Genovesato*, 1846.

pés. Entre Limone et le col de Tende, ils sont surmontés de roches nummulitiques, et, à la jonction des deux terrains, est un conglomérat quartzeux.

Ce système de couches est celui que, dans ses précédents mémoires, M. Sismonda regardait comme l'équivalent du Kimmeridge-clay et du Portland-stone; mais il croit à présent que les calcaires blancs et gris, schisteux ou à cassure céroïde, pourraient bien être crétacés, ou du moins qu'il serait prudent d'attendre, pour se prononcer, que les fossiles en fussent connus. Quant aux autres, qui renferment des rognons de silex ou sont simplement siliceux, ils appartiendraient encore à la formation jurassique.

(P. 46.) Après avoir développé quelques vues sur le métamorphisme en général, l'auteur pense que les différences des roches synchroniques, sur les deux versants des Alpes, résultent de différences correspondantes dans le développement des produits ignés. Ainsi, dans la Savoie, où la chaîne granitique qui part du Mont-Blanc traverse la Tarentaise et la Maurienne pour venir se terminer en France, la serpentine est limitée aux montagnes qui séparent les sources de l'Isère et de l'Arc. Il y a beaucoup de gypse, peu de dolomies, mais des filons de fer, de galène, etc. Sur le versant italien, on trouve deux bandes de granite ordinaire, des serpentines, des diorites, des syénites, le porphyre quartzifère, le mélaphyre, le gypse, la dolomie, beaucoup de filons métallifères, du fer oxydulé, des pyrites, aurifères ou non, du cuivre pyriteux, du cobalt, du manganèse, de la galène, etc. Chacune de ces roches ne résulte pas nécessairement d'une éruption particulière, car les roches ignées se modifient et se métamorphisent elles-mêmes ou réciproquement, de telle sorte que les diorites passent insensiblement à la protogine et celle-ci à la serpentine; or, les produits ignés étant beaucoup plus répandus dans la portion des Alpes qui regarde la plaine du Pô que dans la partie opposée, si l'on admet qu'elles ont eu une influence très prépondérante sur le métamorphisme des couches sédimentaires, il en résulte que ces dernières doivent avoir été beaucoup plus modifiées d'un côté que de l'autre.

Les roches inférieures aux calcaires jurassiques et reposant, soit sur le gneiss, soit sur des schistes cristallins, sont aussi désignées souvent sous le nom de *verrucano*. Très développées dans la vallée du Tanaro, disent MM. Pareto et Studer (1), ce sont des

(1) *Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 37, 1851.

conglomérats talqueux et des grès, des schistes luisants rouges, violets, verts, blancs ou bruns, ou bien de vrais schistes talqueux. Vers le haut de cette série est un calcaire grenu, probablement dolomitique avec talc, et qui fait le passage aux assises calcaires sans fossiles qui règnent au-dessus et qui, par leur analogie avec celles des pays voisins, pourraient représenter le lias ou le groupe oolithique inférieur. Le calcaire est gris foncé ; sa structure est massive, sa texture compacte ; il est traversé de veines spathiques et passe à un schiste ardoise. Il renferme des nodules de silex, et par places la roche passe à une dolomie blanche ou à la grauwacke avec du gypse, et quelques bancs sont exploités comme marbre.

La zone calcaire méridionale s'étend de l'E. à l'O., de Noli jusqu'à la pente du col de Tende. Dans la coupe du mont Tanarello au Tanaro et passant par le Pizzo-d'Ormea, à 2654 mètres d'altitude, on voit la masse de gneiss qui constitue ce dernier massif, recouverte partout de verrucano, auquel succèdent les grands calcaires jurassiques supportant, au mont Tanarello, les calcaires nummulitiques, le macigno ou grès nummulitique et l'albcrèse à fucoïdes.

Autour du col de Tende, dont l'altitude est de 1877 mètres, les montagnes qui atteignent 2802 mètres (mont Abysso), 3018 mètres (le mont Clapier) et 3180 mètres (la cime du Gelas), sont formés de schistes cristallins et de gneiss affectant une stratification verticale, ou en éventail, ou bien plongeant au S. et au S.-O. Le verrucano succède toujours à ces roches comme dans la Ligurie, et se voit au sud de la masse de gneiss, depuis la vallée de la Roya jusqu'à celle de la Tinea comme lorsqu'on monte à San-Stefano. Ce sont des conglomérats de cailloux de gneiss, des grès quartzeux fins, blancs ou rougeâtres, et sur les hauteurs, des schistes talqueux rouges tachés de vert. A la limite supérieure du verrucano s'est développé du gypse, des rauchwackes, des dolomies caverneuses, ou un marbre blanc auquel succède un calcaire noir, reposant aussi quelquefois sans intermédiaire sur le verrucano et renfermant des fossiles jurassiques.

La base du mont Vinadio est composée de schistes argileux noirs et verts faisant peut-être encore partie du verrucano, et surmontés de grès calcarifère ressemblant à une grauwacke ; puis vient une dolomie crevassée, rubigineuse au dehors, gris foncé au dedans et caverneuse. Une assise de marbre blanc constitue la partie supérieure de la montagne ; en arrière, dans le fond de la vallée de la Stour, près d'Argentera, au col de la Madeleine, M. Sis-

monda (1) a recueilli dans les calcaires des fossiles déterminés par M. Bayle (*Terebratula tetraedra*, Sow., *concinna*, id., *perovalis*, id., *biplicata*, id., *biplicata*, var. *inflata*, de Buch, des Ammonites et des Bélemnites indét.).

Les amas de gypse et de rauchwacke s'observent au bord méridional et occidental du massif central des montagnes qui longent la vallée de la Tinea, sur la frontière de France à San-Dalmazzo-Selvatico, à San-Stefano, à San-Salvatore et près Bollena, dans la vallée de la Vesubia. D'après M. Pareto, la *Gryphæa arcuata* aurait été trouvée dans des calcaires noirs près de San-Salvatore, et M. Sismonda cite aux environs : *Pholadomya truncata*, Gold., *Gryphæa arcuata*, Lam., *Terebratula biplicata*, Phill., les *Ammonites biplex*, Sow., *Dudressieri*, d'Orb., *heterophyllus*, Sow., *Calypso*, d'Orb., *communis*, Sow., *Hollandrei*, d'Orb., *bifrons*, Brug., *Parkinsoni*, Sow., et *Brongniarti*, id., c'est-à-dire, comme on voit, 1 espèce du Kimmeridge-clay, 1 de l'Oxford-clay, 2 de l'oolithe inférieure, 5 du premier étage du lias, 2 du second et 1 du troisième, association dont il est impossible de rien conclure quant à présent.

Ces calcaires se rattachent aux montagnes de même composition dans les Alpes de la Ligurie, et, au col de Tende, se réunissent les zones calcaires du sud et du nord, à l'endroit où la vallée de la Sture remonte vers la France.

Vallée de Suse.

Dans ses observations sur la vallée de Suse et sur le Mont-Cenis (2), M. A. Sismonda signale le micaschiste des environs de Bersolo comme passant au calcaire, et celui-ci aux calcaires plus ou moins blancs de Cianocco, Bussolino, Foresto, etc., parfaitement saccharoïdes, un peu micacés et donnant un marbre cipolin. On y observe quelques filons de dolomie. Au nord-nord-ouest de Bussolino, le calcaire est pénétré par la serpentine et donne une ophicalce veinée (marbre vert de Suse). D'autres variétés de calcaire se trou-

(1) *Bull.*, 2e série, vol. V, p. 412, pl. 6, 1848. — *Mem. della r. Accad. di Torino*, 2e série, vol. XII, p. 21, 1852. — *Bull.*, 2e série, vol. XII, p. 635, 1855.

Il ne faut pas confondre ce col avec celui du même nom par lequel on traverse de l'Aigue-Blanche en Tarentaise à la Chambre en Maurienne.

(2) *Osservazioni geologiche sulla valle di Suza*, etc. (*Mem. della r. Accad. di Torino*, vol. XXXVIII, p. 147, 1835).

vent sur la rive gauche de la Doire, aux environs de Suse, et sont exploités pour pierre à chaux.

Un schiste micacé passant souvent au calcaire, quelquefois quartzeux, tenace, de teinte plus ou moins foncée, succède au calcaire des environs de Suse, et se continue jusqu'à une certaine hauteur sur la route du Mont-Cenis. Les roches qui viennent au delà sont des schistes d'abord quartzeux, et passant ensuite à des schistes luisants à l'entrée de la plaine de Saint-Nicolas. Depuis Suse jusqu'à ce point et jusqu'au sommet du Mont-Cenis, les schistes sont souvent coupés par des filons de feldspath et de talc, qui n'offrent point d'ailleurs de régularité et qui plongent tantôt dans un sens, tantôt dans un autre.

Plaines de Saint-Nicolas et Mont-Cenis.

La plaine de Saint-Nicolas est entourée de montagnes schisteuses qui se réunissent au calcaire lamelleux, situé presque à l'extrémité supérieure de la plaine. Les schistes luisants qui recouvrent ce calcaire constituent le sol fondamental de la plaine du Mont-Cenis. On y trouve çà et là de petites élévations de gypse saccharoïde entouré d'une substance argilo-gypseuse jaune. Le gypse se voit particulièrement près de la vallée dite du petit Mont-Cenis. Il diminue ensuite au N.-N.-E., dans la montagne du Camosci, où il est en contact avec la serpentine verte ou jaune pâle. Le quartz hyalin prismé et amorphe, des pyrites de cuivre et la chaux carbonatée rhomboïdale sont associés au gypse.

On regarde généralement ces gypses comme des produits volcaniques, opinion que semblent confirmer les cavités coniques qui séparent les monticules gypseux de la cargnieule en bancs puissants qui les recouvre. Les gypses ou les schistes ont parfois une certaine analogie avec des laves ; mais M. Sismonda pense que ces cavités résultent seulement de l'action des eaux et de celle des agents atmosphériques. La disposition générale du Mont-Cenis le lui fait considérer comme un véritable cratère de soulèvement.

Les roches schisteuses de la vallée de Suse plongent de 35° à l'O.-N.-O, et reposent sur les serpentines. Celles du Mont-Cenis, lorsqu'on les examine aux deux extrémités du même diamètre de la plaine, quoique assez irrégulières au premier abord, sont néanmoins inclinées en sens inverse, ou de 38° à l'E.-S.-E. Les roches serpentineuses de la vallée de Suse s'étendent au N.-N.-E. jusqu'à la vallée d'Aoste, et au S.-S.-O. jusqu'au Mont-Viso. Dans le voisinage des serpentines, les couches schisteuses sont très tourmentées.

L'auteur cite ensuite quelques-uns des nombreux filons que l'on observe dans la vallée de Suse, ceux qui sont aussi fréquents dans les vallées qui l'avoisinent, ainsi que du Mont-Viso à la vallée d'Aoste. Ces filons de feldspath et de talc n'atteignent pas toujours la surface supérieure de la roche, et tous ont évidemment été remplis de bas en haut.

Le stéaschiste porphyroïde serait le résultat de la réaction d'un mélange successif de la serpentine avec le gneiss. Le stéaschiste, au contact de la serpentine, se confond avec elle, et, sur ces points, son feldspath prend une apparence vitreuse, qui, à mesure qu'on s'éloigne de la roche pyrogène, diminue jusqu'à ce que le stéaschiste finisse par se mêler intimement au gneiss, de manière à n'en pouvoir plus être distingué. Un stéaschiste modifié de cette manière se voit dans toutes les vallées des environs de Suse, et le voisinage des serpentines leur a fait assigner la même origine.

Sur le versant des Alpes de la Savoie, des calcaires et d'autres roches présentent des fossiles assez bien conservés, qui ont été rapportés à la période jurassique. Pendant cette période, rien n'empêchait que les eaux de la mer ne couvrissent tout l'espace occupé par l'Italie actuelle. Les Apennins et les collines qui la sillonnent dans diverses directions n'existaient pas. Si l'on ne considérait que le soulèvement des Alpes occidentales, on pourrait penser que les roches ignées de cette chaîne se sont fait jour suivant une seule et même ligne, et les terrains placés des deux côtés devraient avoir été modifiés de la même manière; mais on peut remarquer que les soulèvements se sont produits sur plusieurs lignes distinctes, et par conséquent les terrains qu'elles comprennent doivent avoir subi une altération plus complète, et leur stratification doit avoir été plus bouleversée.

Les calcaires qui, depuis le val d'Aoste jusqu'au Mont-Viso, alternent avec des schistes micacés et sont plus ou moins cristallins, ne montrent point de fossiles; aussi M. Sismonda a-t-il recours à d'autres caractères pour les placer dans la période jurassique. Ces calcaires, dit-il, ont une position identique avec celle des calcaires de la Maurienne, de la Tarentaise et d'autres parties de la Savoie; et si, pour un moment, on suppose abaissées les roches ignées qui les ont soulevés, on verra le tout ne plus former qu'un même plan. Si les calcaires du versant italien sont plus modifiés et altérés que les autres, c'est parce qu'ils sont compris entre plusieurs lignes de soulèvement qui ont concouru au même effet, et qui, outre les mo-

difications des roches, ont fait disparaître les traces des corps organisés. Ces calcaires sont d'autant plus cristallins qu'ils sont plus voisins des roches ignées.

Les calcaires, continue le même géologue, peuvent avoir été modifiés par les filons de dolomie, qui semblent partir de l'ophicalce. Au contact du calcaire grenu, cette roche devient laminaire et présente des veinules composées d'une infinité de petits cristaux rhomboïdaux groupés confusément. En outre, le calcaire prend de la magnésie, d'où l'on peut conclure que les substances ont été fondues en même temps et se sont pénétrées réciproquement.

La pente intérieure du cône renversé qu'offre l'extrémité du Mont-Cenis est occupée par du gypse, et M. Sismonda pense que, lors de la sortie des roches serpentineuses de la montagne du Camosci, des gaz sulfureux très abondants s'échappèrent par des crevasses profondes et changèrent les calcaires en sulfate de chaux. La masse de gypse est divisée en bancs épais par des lits minces d'une substance argilo-gypseuse. Les minéraux déjà signalés sont répandus dans tous les bancs ; mais le soufre de la Maurienne manque ici.

La même ligne, prolongée au S. et au N. du Mont-Cenis, rencontre les gypses de la vallée de Pragalata, de Lucerne, etc., et ceux de la vallée d'Aoste, de telle sorte que lorsque les serpentines s'élevèrent à la surface, il se manifesta sur toute cette ligne des phénomènes un peu différents de ceux qui accompagnèrent les mêmes roches dans la partie la moins avancée de la chaîne alpine, où les modifications se bornèrent à un changement de structure des calcaires.

Vallée d'Aoste.

Les roches jurassiques de la vallée d'Aoste, dit ailleurs le même géologue (1), appartiennent à la partie supérieure de la formation. Ce sont des grès, des schistes et des calcaires alternants, sans ordre déterminé, plus ou moins dérangés et altérés par les roches pyrogènes. Le grès est changé en quartz grenu, avec du talc argentin ou verdâtre, et se divise en dalles parfaitement suivies et liées les unes aux autres. Il est ordinairement subordonné au schiste et au calcaire, mais quelquefois il se trouve au contact du terrain primaire. M. Sismonda renvoie à l'ouvrage de Saussure pour la description

(1) *Osservazioni geognostiche e mineralogiche*, etc., Observations géologiques et minéralogiques sur quelques vallées des Alpes du Piémont (*Mem. della r. Accad. di Torino*, vol. XXXIX, p. 259, avec carte, 1836).

des diverses roches schisteuses de ces montagnes, et se borne à faire remarquer que la pierre de corne (schiste talqueux feldspathique), ainsi que les autres roches du même auteur dans lesquelles entrent le quartz, le mica et le calcaire, appartiennent toutes, comme il vient d'être dit, à la formation jurassique supérieure.

Il décrit ensuite leurs modifications autour de Verres, de Camp di Pra et au mont Jouet, dans la vallée au-dessous d'Aoste, où la serpentine les a soulevées, disloquées, pénétrées et métamorphisées. Les inclinaisons sont souvent très fortes et très variables, et il en est de même depuis ce point jusqu'à Saint-Vincent. Les calcaires ne se voient plus ensuite que dans les montagnes autour de Châtillon; ils plongent à l'O. 20° N.; ils se modifient insensiblement, et, près de Ciambeva (Chambava), ils sont entièrement représentés par un schiste talqueux vert, encore un peu calcaire, et dont les lits, presque verticaux, se divisent en feuillets minces. Jusqu'à la ville d'Aoste, le pied des montagnes est composé des mêmes roches alternant et plongeant au S. 10° ou 15° E., ou bien à l'E. 35° S.

La ville d'Aoste est située au fond d'un bassin entouré de montagnes. Celles-ci sont composées de nombreuses couches de schistes semblables aux précédents, et renfermant çà et là quelques bancs calcaires. M. Sismonda signale des filons de dolomie dans les schistes, dont l'altération paraît résulter de réactions opérées lors de la formation de la dolomie. Les calcaires constituent presque à eux seuls les montagnes qui bordent le chemin d'Aoste à Saint-Didier. Ils sont gris-brun, quelquefois blancs et micacés; la structure est toujours cristalline, et la roche décomposée est terreuse à la surface des bancs. A Villanova domine le micaschiste quartzeux, faisant effervescence avec les acides, et plongeant à l'E. 10° S., pour changer peu après. Dans les montagnes de Saint-Didier se voient les mêmes calcaires cristallins très redressés, plongeant au N.-O., et traversés par deux systèmes de veines de calcaire spathique. Ces veines, d'après l'auteur, s'accorderaient avec les deux lignes suivant lesquelles se sont produites les deux dernières révolutions géologiques du pays.

Petit Saint-Bernard.

De Saint-Didier à la Thuile se montrent des schistes quartzeux micacés, de la même formation jurassique supérieure que les précédents, dirigés O. 10° N. à E. 10° S., et plongeant au S. Près de la Thuile, on extrait de bonne anthracite au milieu de ces schistes. Les montagnes qui dominent le torrent de ce nom sont aussi formées par des calcaires veinés semblables à ceux de la base.

Au petit Saint-Bernard, ce sont des alternances de schistes argi-

leux et quartzeux modifiés et de calcaires grenus ordinaires ou micacés, changés en gypse sur certains points. Près de Pont-Séran, la direction est E. 20° N. à l'O. 20° S., et le plongement de 35° vers le Mont-Blanc. Au-dessus de Pont-Séran, les schistes sont traversés par des filons de quartz, et, près de l'Hospice, il y a des masses considérables de cargnieules. Les calcaires changés en gypse des deux vallons qui sont sous l'Hospice plongent les uns au S.-E., les autres au N.-E. Dans le voisinage immédiat de l'établissement, la direction est N. 20° E. à S. 20° O.

Environs de Saint-Maurice.

(P. 268.) Dans les montagnes qui entourent Saint-Maurice, les roches de la formation jurassique supérieure paraissent être moins altérées. Les schistes charbonneux conservent en grande partie leurs caractères primitifs. A l'ouest-nord-ouest, M. Sismonda indique un monticule composé de schistes argileux et charbonneux, au milieu desquels il a reconnu des empreintes de plantes identiques avec celles des schistes analogues de Petit-Cœur. Vers le bas de la même vallée, l'anthracite est associé à ces schistes. Les montagnes, des deux côtés de cette vallée, sont formées par des calcaires saccharoïdes ou micacés, alternant avec des gypses et des schistes modifiés. L'auteur regarde la vallée comme le résultat d'une faille; mais la manière dont il représente les couches plongeant de part et d'autre en sens inverse peut faire présumer qu'il n'entend pas ici le mot *faille* dans son acception ordinaire.

Il existerait, en outre, un ellipsoïde de terrain primaire recouvert, et dont le grand axe serait presque N., S., comprenant les crêtes entre lesquelles se trouvent les passages du Mont, du Lac, et la chaîne des Ruitors. Jusqu'à Sainte-Foy, on trouve des schistes alternant avec des calcaires saccharoïdes, puis des strates nombreux de grès modifiés. Lorsqu'on remonte la vallée jusqu'à l'extrémité supérieure, terminée par un vaste amphithéâtre, on reconnaît la même série. La cime du Mont-Iseran serait occupée par des roches primaires, appuyées sur la serpentine de Bonneval. Les montagnes qui entourent N.-D.-de-Rime (Rhimes, Rhemy) sont encore de la formation jurassique supérieure, et il en est de même de ce point jusqu'à Aoste.

Val Pellina.

(P. 273.) Dans le val Pellina, au nord de cette dernière ville, les couches du même âge qui s'élèvent de dessous l'alluvion de la vallée sont des schistes micacés et calcaires, avec des bancs subordonnés de calcaire grenu, blanc grisâtre. Un schiste talqueux vert, avec quelques grains de feldspath, leur succède vers Allemont.

Vallée de Cogne.

(P. 279.) Au sud, au contraire, entre Aoste et Cogne, ce sont d'abord des calcaires blancs, saccharoïdes, micacés, schisteux, auxquels succèdent des schistes micacés et des schistes calcaires, avec quelques couches de teinte noire, luisantes, regardées par l'auteur comme de l'anthracite, et que l'on trouve surtout près de Sergnon. Ici l'inclinaison des roches primaires (gneiss) et celle des roches jurassiques sont parfaitement distinctes, et diffèrent de 30° dans la vallée de Cogne, comme dans la plupart des vallées alpines. Cette différence est attribuée au soulèvement d'une partie du terrain le plus ancien avant le dépôt du plus récent, qui se trouve être alors moins disloqué. La portion des couches jurassiques qui recouvre le gneiss est ordinairement plus cristalline que celle qui en est plus éloignée. Mais les schistes sont encore bien plus modifiés là où surgissent les serpentines. Ayant pris alors beaucoup de matière talqueuse, ils ont l'aspect de la roche ignée. Tous les strates n'ont pas été d'ailleurs également influencés par cette action.

Grand Saint-Bernard.

(P. 281.) Après avoir traité des schistes talqueux, micacés, quartzeux ou feldspathiques ayant l'aspect du gneiss et qui, dans les montagnes autour de l'hospice du grand Saint-Bernard, plongent à l'E. 17° S., M. Sismonda s'occupe des roches jurassiques qui les recouvrent et qui en ont partagé la plupart des accidents. Ce sont des schistes micacés, des schistes calcaires, alternant quelquefois avec des grès modifiés qui plongent au S. 20° E. On y trouve aussi un schiste vert, doux au toucher, avec de petits grains feldspathiques, et cette roche, qui pourrait être placée dans le terrain primaire, résulte d'une modification partielle, car elle alterne évidemment avec les strates jurassiques les mieux caractérisés.

La base du mont Saint-Bernard est formée de terrain primaire qui, en se soulevant, a rejeté çà et là des lambeaux considérables de la période jurassique, tels que ceux de la colline appelée Entre-les-deux-Fenêtres et la roche désignée sous le nom de la Tour-des-Fols. Le fer carbonaté y a été exploité dans une gorge que forment les montagnes au-dessous de Saint-Oyen. Les montagnes près de Colombey, dans le Vallese, et qui de ce point s'étendent jusqu'au pont de Saint-Maurice, communiquant avec le canton de Vaud, ont leurs pentes recouvertes de calcaires noirs ou cendrés, avec de nombreux fossiles du grès vert.

Environs d'Ivrea.

En décrivant le massif de micaschiste situé au nord-ouest d'Ivrea, M. Sismonda (1) ne doute pas qu'il n'appartienne à la formation

(1) *Osservazioni geologiche*, etc., Observations géologiques et

jurassique, quoiqu'il soit rapporté au terrain primaire sur plusieurs cartes (cartes géologiques de la France et de la Suisse). Cette roche est formée de quartz et de mica. Le quartz est blanc laiteux et grenu, ou bien vitreux. Le mica est en lamelles assez grandes et d'un blanc argentin. Par places, le peroxyde de fer hydraté remplit des cavités. Comme il paraît exister des passages insensibles entre cette roche et la pegmatite, on peut penser qu'elle repose dessus, si même elle n'en est pas une modification.

A la colline des Fontaines, au nord de Traverselle, ce micaschiste passe au calcaire jurassique, qui présente deux variétés : l'une blanc grisâtre, saccharoïde, très micacée et poreuse ; l'autre aussi micacée ou jaune, renfermant par places des rognons de quartz compacte. Le plongement est très variable, et la disposition des couches en demi-cercle ou en éventail pourrait être attribuée à l'arrivée de la protogine. Des calcaires avec des grès intercalés recouvrent les schistes micacés, et il en est de même lorsqu'on descend du Casino vers l'ouverture de la vallée. Les montagnes à droite de la Chiusella sont encore composées d'une manière analogue, et de Sale à Borgiallo, comme autour de ce dernier village, règnent le gneiss talqueux et le micaschiste. Lorsqu'on descend à Courgné, on voit les roches primaires constituant le fond du sol recouvertes par les couches jurassiques. Elles sont traversées par des filons de granite rouge semblable à celui qui, à l'ouest de Valperga, se trouve sur l'alignement des serpentines et paraît avoir la même origine.

Le gneiss chargé de mica vert sombre, interrompu quelquefois par la serpentine, constitue la plus grande partie des montagnes qui entourent la vallée de l'Orco et celles de la Soane. Le calcaire adossé au mont Sparone est blanc, saccharoïde, passant quelquefois au vert par un mélange de talc. Tous ces bancs reposent sur le gneiss, mais il est douteux que celui-ci soit un véritable gneiss ; peut-être serait-ce encore un schiste jurassique très altéré. Dans le voisinage de la serpentine, le mica paraît être remplacé par le talc, d'autant plus abondant qu'on en est plus rapproché, et la roche constitue alors un véritable gneiss talqueux. Entre elle et le calcaire il y en a une autre qui participe de toutes deux, étant en grande partie calcaire avec un peu de talc et de quartz. Tout le

---

minéralogiques sur les montagnes situées entre les vallées d'Aoste et celles de Suze (*Mem. della r. Accad. di Torino*, 2e série, vol. I, p. 7, 1839).

système plonge au N. 20° E. Du côté de Ponte les bancs calcaires sont moins beaux que ceux de la vallée de la Soane. Ils ont des teintes sombres ou enfumées.

Dans la région de Riva, les bancs sont fissurés du N. 15° E. au S. 15° O. On y observe des schistes quartzeux micacés, ferrugineux, et le centre des montagnes est toujours de gneiss et de serpentine. Au-dessus de Compiglia, outre le gneiss, la serpentine et les schistes, on voit encore un granite sortir du milieu des grès inclinés au S. 20° E. La serpentine est très abondante dans les montagnes qui séparent cette vallée de celle de Cogne, située au nord.

Après avoir étudié de la même manière les roches de la partie du versant des Alpes comprise entre Aoste et Suze, l'auteur termine en concluant que, d'après les faits observés, il y a eu au moins trois soulèvements dans le petit espace qu'il a décrit. L'un, celui des serpentines contemporaines du système des Alpes occidentales, produit immédiatement après la formation tertiaire moyenne; l'autre manifesté par divers filons, dont la direction les fait rapporter au soulèvement des Alpes orientales; enfin, on trouve sur quelques points des traces d'un troisième phénomène antérieur aux précédents, puisque sur ces points affectés manquent les formations crétacée et tertiaire.

Vallée de Formazza.

Si nous suivons actuellement au N.-E. ce système de couches plus ou moins altérées, qui sépare le massif primaire du Mont-Cervin de celui du Mont-Rose, pour se prolonger encore au delà dans la même direction, nous le trouverons décrit aussi par M. Sismonda (1) dans la partie supérieure de la vallée d'Ossola connue sous le nom de *vallée de Formazza*.

L'auteur distingue, dans cette haute région des Alpes Lépontiennes, un *gneiss primitif* et un *gneiss jurassique* ou de *modification*. Les éléments du gneiss primitif sont cristallins, le mica est peu abondant, brun ou jaunâtre, toujours brillant. Les proportions du quartz et du feldspath n'offrent rien de particulier. Le gneiss jurassique ou de modification présente d'autres caractères : d'abord une grande inégalité dans les éléments composants, puis un quartz presque grenu et un mica brun, disposé en petits lits très distincts et tellement abondants, que la roche doit constituer une espèce

(1) *Osservazioni mineralogiche et geologiche*, etc., Observations minéralogiques et géologiques pour servir à la carte géologique du Piémont (*Mem. della r. Accad. di Torino*, 2ᵉ sér., vol. II, p. 1, 1840).

différente. Le feldspath, qui dans le gneiss ancien est toujours très visible et assez répandu, dans le gneiss jurassique ne se reconnaît qu'au chalumeau. Outre ces différences, qui seules pourraient ne pas suffire pour faire rapporter ces deux gneiss à des périodes différentes, M. Sismonda signale encore celles de leur gisement respectif.

L'inférieur, qu'on observe seulement dans la partie la plus basse de la vallée, est très disloqué, et l'on peut y reconnaître, malgré le désordre qu'il affecte, une direction qui se rapporterait au système de soulèvement du Rhin. Il n'en est pas ainsi pour le gneiss supérieur résultant du métamorphisme des couches jurassiques. Sa direction générale est celle des Alpes occidentales, et quelquefois des Alpes orientales. Dans la première de ces deux révolutions, une grande faille paraît s'être prolongée vers le Mont-Rose, et c'est à elle qu'appartient la vallée de Formazza ; dans la seconde, une autre grande fracture donna lieu à la vallée du Rhône. L'indépendance des formations de ces deux vallées n'empêche pas que dans la plus ancienne il n'y ait des traces de la plus récente, et réciproquement. Ainsi, dans la vallée de Formazza, une grande partie des terrains, et particulièrement les couches jurassiques, ont leur ligne anticlinale presque dans le versant des Alpes orientales. Les traces les mieux conservées de la première révolution existent à l'origine de la vallée, et avec elles se confondent celles de la seconde.

Dans les monticules qui entourent le plateau de Gries, les couches, assez régulières, courent E. 20° N. à l'O. 20° S., et plongent au S.-S.-E. parallèlement à la vallée du Rhône. Lorsqu'on descend de Gries dans la vallée de Formazza, on voit le gneiss recouvert par des dolomies fissurées, puis les schistes, d'abord très dérangés, qui reprennent au delà une disposition plus régulière presque verticale.

Les schistes, renfermant çà et là de la dolomie, cessent au bord d'un plateau d'où la Toccia se précipite en cascade. Des grès puissants et des grès micacés très altérés leur succèdent. Les schistes sont argileux, très modifiés, et contiennent beaucoup de grenats. Immédiatement au-dessus sont d'autres schistes plus luisants, avec de petits lits de quartz grenu et de calcaire lamellaire. Des bancs de dolomie blanche et micacée y sont intercalés près de Bettelmatt et jusqu'à l'oratoire d'Aufen-Fruth, au delà duquel apparaît un grès très modifié, avec feldspath et mica. De nouveaux schistes lui succèdent jusqu'à Audermatt, où la vallée, très profonde, met à découvert des couches encore plus modifiées, et enfin le gneiss primaire apparaît au-dessous

Sur le versant de la Noffenen, dans la haute vallée du Tésin, sont des bancs calcaires gris sombre, à surfaces altérées et noduleuses, séparés par des couches de schiste argileux un peu modifié, dans lesquelles on trouve, comme dans les calcaires, des Bélemnites de diverses grosseurs, mais spécifiquement indéterminables. M. Sismonda rapporte ce système au lias ou à la partie inférieure des trois grandes divisions anthraciteuses qu'il a établies dans la formation urassique des Alpes du Piémont. Enfin des dolomies, des grès, etc., recouvrent le tout et terminent cette série.

Au-dessous d'Audermatt, les gneiss et les schistes jurassiques reposent çà et là, sur le gneiss primaire, en couches contournées, et qui devient de plus en plus dominant à mesure qu'on descend la vallée. La serpentine, aux environs de Baceno et à S n-Silvestro, paraît avoir occasionné des dérangements particuliers. Il en est de même d'un filon de fer pyriteux qui est à l'ouest de Crovo, dans un schiste micacé quartzeux, plongeant de 50° à l'O., côté vers lequel incline aussi le filon, mais sous un angle de 80° à 85°, et avec une direction N. S.

Vallée d'Ossola.

Le mont Calvario, près Domo d'Ossola, est formé de schistes jurassiques altérés, verticaux et semblables à ceux du mont Frontano, situé sur la rive gauche de la Toccia. Leur direction est S.-O, N.-E. Près de Sempione, il s'y joint des calcaires cristallins. Dans la vallée de Vergezzo, les couches sont modifiées de diverses m nières. Les schistes semblent exclusivement composés de talc, tant cette substance est dominante sur le quartz. Certaines variétés renferment de nombreuses aiguilles d'actinote. Les grès sont pour la plupart des quartzites grenus, avec mica et un peu de feldspath. Vers le bas, la roche prend l'aspect du gneiss. Près d'Olgiate, l'inclinaison est de 50° au N. La serpentine présente en cet endroit des fentes perpendiculaires à la stratification des roches jurassiques qui la recouvrent.

Les montagnes de Pié di Mulera jusqu'à Meina sont composées de schistes, au milieu desquels surgissent çà et là des masses de granite, des couches de gneiss et des affleurements de roches amphiboliques. Les schistes sont semblables aux autres schistes jurassiques des Alpes. Au-dessus de Baveno, ces derniers sont séparés du granite par un filon de quartz, avec cuivre pyriteux, courant, comme les schistes, S. 20° O. à N. 20° E., avec une inclinaison de 85° à l'E. Le granite du Mont-Orfano s'avance jusque près de Baveno, et les montagnes qui l'avoisinent sont de gneiss primaire re-

couvert çà et là de schistes micacés, subverticaux, dirigés E. O. Près d'Ornavasco, et dans un monticule situé entre Vogogna et Premosello, paraît un diorite entouré de schiste micacé quartzeux, avec grenats. On y trouve des bancs de calcaire lamellaire et saccharoïde. Au-dessus de Vogogna sont encore des gneiss ou roches modifiées jurassiques qui paraissent occuper, par rapport au véritable gneiss, la même place que dans la vallée de Formazza. Sur le sommet de la montagne de Pié di Mulera, un schiste qui paraît être encore une roche modifiée, semblable à celle de Vogogna, dirigée E. 20° N. à l'O. 20° S., recouvre immédiatement un gneiss primaire.

Jusqu'au pied du Mont-Rose, les montagnes primaires ont leur sommité formée de roches jurassiques métamorphisées. On y observe des filons de feldspath avec quartz et tourmaline, d'autres de fer pyriteux aurifère près de Pesterena et de Macugnaga, lesquels partent des roches primitives pour s'élever à travers les couches jurassiques, et courent E.-S.-E., O.-N.-O.

Le Mont-Rose.

La base du Mont-Rose est un gneiss primaire. Le granite existe au Monte-Moro, au Pizzo del Moro, et la serpentine sur d'autres points (1). Les roches jurassiques succèdent aux précédentes dans les deux vallons qui débouchent près de Macugnaga. Au-dessus de Quarada, le gneiss primaire plonge à l'O. 15° S., et un peu plus haut on voit le gneiss jurassique, sur lequel reposent des schistes de la même période. Ces derniers sont très développés dans le val Sesia. Une variété particulière de talc et de l'amphibole actinote se présente fréquemment dans ces schistes modifiés. Sur plusieurs points du Mont-Rose, on en observe également avec des grenats de l'épidote, de la chlorite, etc. Au pied du Turlo, dans le val Sesia, les schistes sont recouverts par un grès très blanc, micacé, courant E. 15° S. à l'O. 15° N., et plongeant de 75° au S.-E. Des schistes quartzeux micacés y sont subordonnés et, à peu de distance, entourent une grande masse de serpentine. L'auteur signale aussi des filons de fer pyriteux, aurifères, dans un des rameaux du Mont-Rose, et, sur le territoire de Riva, d'autres filons de cuivre pyriteux, dont la direction différente indique qu'ils appartiennent à une autre époque.

---

(1) Voyez aussi : *Geologische Karte und Profils des Monte-Rosa* (*Atlas zu den neuen Untersuchungen über die Phys. Geogr. und die Geologie der Alpen*, par A. et H. Schlagintweit, pl. 3-6, in-folio, Leipzig. 1854).

Les montagnes entre Riva et Bocario sont formées de gneiss à grands cristaux de feldspath blanc laiteux et de quartz vitreux. A Campertogno, les couches jurassiques reparaissent adossées vers le milieu de la montagne. Sur ce point, il n'y a ni mica ni quartz, mais seulement du feldspath, avec de petits lits interrompus de talc chlorité, ce qui donne à la roche, abstraction faite de sa structure schisteuse, l'aspect d'une véritable euphotide. Elle est d'ailleurs plus ancienne que la serpentine, qui y pousse des filons près de Balmnecia. Sur ce dernier point, elle cesse d'être schisteuse. On y observe aussi des filons de syénite, et, lorsqu'on s'avance vers Varallo, cette roche énigmatique passe à un beau granite.

Dans le vallon de Rassa et entre le sanctuaire de Varallo et le lac d'Orta, on trouve d'abord le gneiss talqueux, puis, à la carrière de Civiasco, deux calcaires : l'un inférieur, au contact du gneiss, cristallin et rempli aussi de matière talqueuse; l'autre supérieur, gris-brun, renfermant la même substance et par places de petits grains de quartz. Cette série vient se terminer contre une roche ressemblant à une euphotide, comme la précédente. Des roches modifiées, mais dont l'origine ignée ou sédimentaire est douteuse, constituent les montagnes environnantes. La serpentine se montre en filons dans le mont Colma, et ceux-ci paraissent courir dans la direction des Alpes occidentales. Les dépressions aujourd'hui occupées par les lacs Majeur, d'Orta, de Lugano, de Côme, etc., qui s'allongent dans le même sens, peuvent être de la même époque; mais comme, d'un autre côté, le système de soulèvement des bords du Rhin affecte une direction très peu différente, on peut à cet égard conserver quelques doutes.

D'après l'examen des roches ignées et des dislocations des couches depuis Arona jusqu'à Cogniola, à l'ouest-nord-ouest de Crevacuore, M. Sismonda pense qu'il s'est produit quatre bouleversements, et qu'un cinquième est probablement indiqué par des fissures particulières et l'existence de la chabasie dans le terrain tertiaire. D'après le même géologue, le gneiss primaire, les schistes et les calcaires jurassiques, des couches terreuses, sableuses, tertiaires moyennes et supérieures, et même des dépôts quaternaires, auraient été dérangés par ces diverses roches ignées.

Dans le porphyre rouge quartzifère se prolongent des filons de mélaphyre que l'auteur n'a pas vus s'étendre plus haut. Au contact des deux roches ignées est une sorte de brèche qui ne renferme que des débris de porphyre quartzifère. La dolomie, avec les

schistes et des masses de roches primaires, occupe une dépression du porphyre à l'ouest d'Invorio-Superiore. Les schistes au contact du porphyre, ou séparés de lui par une roche d'amphibole et de feldspath, renferment des grenats qui diminuent à mesure qu'on s'éloigne de la roche ignée. Ils plongent de 60° au N. 30° E. et ont l'aspect des schistes micacés, talqueux, si fréquents dans les dépôts jurassiques modifiés. Un bel exemple du contact de la dolomie et du porphyre se voit au levant d'Invorio et dans le lieu dit *Até*.

Aux environs d'Arona, le porphyre rouge quartzifère est recouvert de bancs de dolomie offrant deux variétés : l'une brun foncé, l'autre un peu plus claire, et toutes deux crevassées par des fissures de retrait. Un calcaire blanc jaunâtre, celluleux, subcompacte, pesant et probablement magnésien, est rempli de moules et d'empreintes de tiges de crinoïdes (*Millericrinus?*). M. Sismonda rapporte ces dolomies à la formation jurassique, à cause des fossiles qu'il a trouvés dans un calcaire rouge brique, compacte, à cassure esquilleuse, très peu altéré qui existe à Gozzano, et dans lequel nous avons reconnu, d'après les échantillons que ce savant a bien voulu nous communiquer, *Terebratula tetraedra*, Sow., *T.* voisine des *T. quadriplicata*, Ziet., et *lacunosa*, Schloth., *Spirifer rostratus*, Schloth., *S.*, id., var. *Hartmanni*, Ziet. Parmi les débris organiques recueillis à l'ouest d'Arona, l'auteur croyait avoir reconnu assez distinctement les *Terebratula crumena*, *hastata* et *spinosa*, le *Strygocephalus Burtini* et deux Pectoncles, c'est-à-dire une espèce dévonienne, 2 carbonifères, 1 de l'oolithe inférieure et 2 appartenant à un genre qui n'existe pas au-dessous des couches oolithiques. Des fossiles semblables, et dont on ne peut par conséquent rien conclure, auraient été rencontrés dans les calcaires des montagnes qui environnent Arzo, au sud du lac de Lugano.

M. Sismonda décrit aussi le porphyre de la vallée de la Sessera, recouvert de quelques lambeaux de dolomie, les roches des montagnes de Foggia, d'Aragna, de Trivers, de Biella, etc. Le granite est la roche la plus ancienne du pays, puis viennent le porphyre quartzifère, les diorites, les serpentines, et enfin le mélaphyre, qui renferme dans sa pâte des fragments de toutes les autres, et de plus s'y ramifie de mille manières. Une série variée de schistes jurassiques très modifiés s'appuie sur ces roches de soulèvement et plonge au S. 20° E. sous un angle de 55°, se relevant ainsi vers le granite, qui se montre de nouveau au calvaire de l'Oropa. Celui-ci est établi sur la limite même des schistes et du granite. Près du calvaire de San-Giovani, le granite change et passe insensiblement à une syénite,

avec feldspath rose, amphibole verte, et une grande quantité de petits cristaux de sphène, qui lui fait donner par l'auteur le nom de *syénite sphénique*. Il signale également une variété porphyroïde.

Montagnes entre le Simplon et le Saint-Gothard.

Dans sa description détaillée du Saint-Gothard, M. Lardy avait plutôt considéré les roches au point de vue pétrographique que sous celui de leurs relations, et, sur la carte qui accompagne ce travail, on trouve réunies des couches qui auraient pu être distinguées, telles que celles qui renferment des Bélemnites. De son côté, M. Studer (1) a colorié d'une même teinte les schistes noirs argileux ou calcaires avec Bélemnites et certains micaschistes, tandis qu'il a associé au gneiss les micaschistes liés aux roches feldspathiques. De plus, il marque d'une teinte particulière les marbres blancs saccharoïdes et les dolomies, qui font aussi partie des couches argilo-schisteuses noires, ainsi que les gypses, auxquels il assigne également une teinte propre.

Ces schistes argileux noirs et gris, qui passent tantôt au calcaire, tantôt à un grès très compacte, et même à du talcschiste et à du micaschiste, sont indiqués ici collectivement, par M. Studer, sous le nom de *flysch*, nom qui a par conséquent une tout autre acception que celle que nous lui avons déjà reconnue avec le même savant (*antè*, vol. III, p. 75) (2). Pour éviter la confusion à cet égard, nous lui substituerons, dans ce qui suit, l'expression de *système des schistes noirs argileux ou calcaires*. Cet ensemble de couches variées correspond à peu près au *terrain jurassique métamorphique* de M. Sismonda, au *terrain jurassique modifié* des auteurs de la carte géologique de la France, et a été exprimé, sur les cartes récentes de la Suisse, par une teinte de bistre affectée à la fois des signes J et h avec la désignation de *schistes gris* sur celle de 1853, et aussi de schistes à Bélemnites sur la réduction de 1855. Sur toutes deux, la teinte bleue affectée du même signe J représente les *calcaires*, le *marbre blanc* et les *dolomies* du mémoire qui nous occupe.

C'est dans les calcaires qui dépendent du système des schistes noirs que MM. Escher de la Linth et Lardy trouvèrent en 1842 des Bélemnites au col de la Furca. Il ne peut donc être plus ancien que le

(1) *Mémoire géologique sur la masse des montagnes entre la route du Simplon et celle du Saint-Gothard* (*Mém. Soc. géol. de France*, 2e série, vol. I, p. 305, avec carte et coupes, 1846).

(2) Parmi les nombreuses vicissitudes auxquelles le mot *flysch* a été soumis, et que nous avons rapportées pour l'éclaircissement de diverses questions, nous avions omis de mentionner le sens particulier que lui donne M. Studer dans ce mémoire.

lias, et cependant il plonge au N. sous le gneiss du Grimsel et du Finsteraarhorn, comme au S. sous celui du Saint-Gothard. A l'ouest de ce dernier massif, des roches amphiboliques avec grenats, des talcschistes également avec grenats, des quartzites micacés et des dolomies blanches saccharoïdes qui recouvrent le gypse, plongent encore sous le gneiss.

Au col de la Nufenen, les schistes noirs sont verticaux, et dans ceux qui sont micacés et calcaires, des Bélemnites se voient associées à des Pentacrines avec des grenats. Les mêmes rapports s'observent dans la vallée de Binnen. Ce système schisteux forme deux zones distinctes au nord et au sud du massif prolongé du Saint-Gothard; mais, en descendant au S.-O., les deux zones se rapprochent par l'amincissement du massif de gneiss ou de schiste cristallin interposé, et à la hauteur de Gringiols, jusqu'à Brig et au delà, elles sont réunies pour ne plus former qu'une masse occupant la vallée du Rhône, et s'étendant au S. le long de la route du Simplon.

Quant à l'âge relatif des schistes argileux et des gneiss, M. Studer ne se prononce pas et se borne à faire remarquer (p. 309) que, dans toute la région dont il s'est occupé, partout où le contact des deux terrains peut être observé et où leur limite n'est pas verticale, le schiste argileux noir et les roches qui, comme le calcaire, le gypse et la dolomie, lui sont subordonnés s'enfoncent sous le gneiss.

Sur les deux versants du massif du Mont-Blanc, le calcaire et le gneiss affectent les mêmes rapports, comme sur le versant sud des Aiguilles-Rouges à Chamouny et dans le canton des Grisons. Le gneiss forme une sorte de coin immense implanté dans le terrain stratifié. Mais, d'un autre côté, des calcaires du lias recouvrent aussi le gneiss, de sorte que cette dernière relation serait la vraie, suivant toute probabilité.

M. Studer donne ensuite plusieurs coupes transverses du massif montagneux qu'il a étudié, et il décrit les roches qui bordent la route du Simplon, celles de la vallée de Binnen, les cirques de Veglia, de Dever, etc. Il s'attache à expliquer les relations en apparence si anormales du gneiss avec les dolomies et les calcaires, entre les portions aujourd'hui verticales et celles demeurées horizontales ou à peu près. Il fait voir, entre autres, que la masse calcaire de Veglia et de Dever peut être comparée aux masses calcaires d'égale puissance enclavées dans le gneiss des vallées de Lauterbrunnen, de Grindelwald, d'Urbach et de Guttanen. Si l'on mène par Viesch une perpendiculaire à la direction générale du haut Valais, cette droite ira joindre à peu près le col de la Rossa au S.-E. et la Jung-

frau au N.-O.; de sorte que ces grands noyaux calcaires enveloppés de gneiss se trouvent presque exactement en face l'un de l'autre sur les deux versants des Alpes.

L'auteur attribue d'abord à des effondrements les vastes cirques à contours réguliers de Giebelalp, de Veglia et de Dever, comparables, dit-il, à ceux qu'on observe dans les masses gypseuses, car les caractères et la disposition des roches sur les parois et le fond de ces dépressions ne se prêtent nullement à l'hypothèse d'un soulèvement central. Cependant sa supposition, comme il le reconnaît lui-même, n'est pas non plus justifiée par la disposition des roches, puisqu'on ne trouve pas au fond celles qui constituent les crêtes des parois, c'est-à-dire le gneiss dans le cirque de Veglia et la serpentine dans celui de Dever. En outre, on devrait apercevoir, à la base des escarpements, une faille continue séparant les roches du fond de celles de ces mêmes parois. Aussi M. Studer suppose-t-il en dernier lieu une destruction du sol par une cause quelconque, puis l'enlèvement des masses qui comblaient le vide actuel du cirque. Suivant lui, l'explication que l'on pourra assigner aux cirques elliptiques du Jura dont nous avons parlé, et dans lesquels les couches sont d'autant plus anciennes qu'on s'avance du bord vers leur centre, devra s'appliquer aussi à ces cirques des Alpes.

La serpentine de la Rossa qui suit l'axe de la chaîne entre Binnen et Dever, au lieu d'être une sorte de dyke qui aurait percé le gneiss comme les basaltes ou les mélaphyres, serait un membre subordonné, soit du gneiss, soit du système des schistes noirs, mais plutôt de ce dernier, dont elle serait ici un représentant, comme les calcaires et les dolomies le sont sur d'autres points.

Les roches de la vallée d'Antigorio qui débouche dans celle de Formazza sont également étudiées par le savant géologue suisse, qui, après avoir remonté par Marasc, puis être redescendu dans la vallée Levantine jusqu'au-dessous d'Airolo, signale, non loin de Fontana, des calcaires noirs micacés avec des Bélemnites, semblables à celles de la Nufenen.

A l'appui des observations de M. Lardy sur le massif du Saint-Gothard, M. Studer fait remarquer que l'impossibilité de séparer le micaschiste et le gneiss des roches dont l'origine sédimentaire est évidente, a presque généralement fait adopter la théorie qui considère les schistes cristallins, les marbres, les dolomies et les gypses comme des roches de sédiment modifiées postérieurement à leur dépôt. Il attribue ces changements à ce que nous avons appelé le *métamorphisme en grand* (*anté*, vol. V, p. 3), c'est-à-dire

celui dont la cause modifiante présumée n'apparaît nulle part dans le voisinage. Aussi, continue-t-il, ne doit-on pas admettre que l'action, qui a dû changer en gneiss et en micaschiste des masses de 2000 à 3000 mètres d'épaisseur, n'ait été très différente de tout ce que nous connaissons des effets de la chaleur la plus intense et des affinités les plus énergiques. Où chercher le centre de cette action dans un pays dépourvu de roches évidemment ignées, et, si l'on pouvait la soupçonner dans la profondeur du sol sous-jacent, pourquoi les roches modifiées, superposées à de puissantes assises non altérées, occuperaient-elles les sommités et le faîte de la chaîne?

Des études précédentes il résulte, pour M. Studer, la conviction d'une indépendance mutuelle entre la structure du sol ou la stratification et la nature des roches ; d'où il résulte que la métamorphose et cette structure ne sont pas entre elles dans le rapport de cause à effet. Cette indépendance se manifeste par la grande diversité des directions et des inclinaisons qu'affectent les couches des schistes cristallins, variations qui ne s'accordent nullement avec la composition des roches elles-mêmes.

« D'un autre côté, poursuit l'auteur (p. 333), toutes les particularités de la stratification du gneiss se retrouvent dans le système des schistes argileux ou calcaires avec dolomies; la stratification verticale se voit dans ces schistes et la dolomie du Valais ; la stratification horizontale dans les mêmes couches et le calcaire des environs de Veglia; l'inclinaison à l'E. dans la dolomie du val Bavona et de Fusio; enfin la structure en éventail qu'on aurait pu croire caractéristique des massifs de gneiss, tels que ceux du Mont-Blanc ou du Saint-Gothard, est développée sur une grande échelle dans le système des schistes au passage du Gries, qui renferme un peu à l'est de ce point les Bélemnites de la Neufenen.

» En considérant dans leur ensemble tous ces enchevêtrements de schistes argileux noirs, de calcaires, de dolomies, de gneiss et de micaschiste, on croit voir un seul terrain très puissant, composé d'alternances de marnes et de calcaires, et qui, sur plusieurs lignes parallèles et à différentes hauteurs, aurait été métamorphosé avec plus ou moins d'énergie, soit en gneiss et en micaschiste, soit en schiste argileux ou bien encore en dolomie, et il semble que ces transmutations étaient terminées lorsqu'une nouvelle action mécanique est survenue, par laquelle le gneiss et le schiste, avec les roches qui dépendent de ce dernier, ont été disloqués de la même manière. L'effet principal de cette action doit avoir été un soulèvement géné-

ral dans la direction de la chaîne des Alpes, entre la plaine de la Lombardie et la partie basse de la Suisse; mais les détails de la structure permettent encore d'apercevoir l'effet d'une grande pression latérale par laquelle les couches ont été forcées de prendre une position verticale sur un espace plus petit en largeur que celui qu'elles devaient occuper avant le redressement. Cette pression dans le pays qui nous occupe paraît avoir agi du N.-O. au S.-E., et les fortes inclinaisons dans le Haut-Valais et le Saint-Gothard, ainsi que la rupture sur le versant septentrional de la chaîne du Cermandon, se trouveront expliquées par cette pression. »

Sans émettre aucune opinion quant à la cause du phénomène, M. Studer rappelle que des effets de pression analogue, mais agissant du S.-E. au N.-O., se voient aussi dans les Alpes calcaires de la Suisse qui ont été refoulées sur la mollasse. Cette pression aurait pris son point de départ dans le massif de gneiss du Finsteraarhorn, manifestant une grande dilatation du sol, probablement contemporaine de son soulèvement suivant l'axe du système montagneux.

Après avoir encore signalé dans la région indiquée trois directions principales qui ont influencé son relief : la première, celle du Mont-Blanc, dirigée N. 35° E.; la seconde, parallèle au massif du Finsteraarhorn et courant N. 52° E., et la troisième, celle du Saint-Gothard, dirigée N. 62° E., le savant auteur de la carte géologique de la Suisse conclut que l'influence de la première, celle du Mont-Blanc, ne se montre nulle part dans le pays qu'il a décrit, que celle des deux autres se balance quant à la stratification, mais que l'influence du massif des Alpes bernoises domine dans la distribution des roches et dans l'alignement des chaînes voisines du Haut-Valais.

Observations générales.

Les faits que nous avons exposés sur les roches secondaires rapportées à la formation jurassique dans les Alpes maritimes, du Piémont et des parties adjacentes de la Suisse, se trouvent à peu près résumés dans l'un des derniers mémoires de M. A. Sismonda. S'il est difficile, dit ce savant (1), de distinguer les divers terrains du versant occidental des Alpes, il l'est encore plus de tracer leurs limites sur le versant opposé, où les roches sont plus profondément altérées, métamorphisées, et où la stratification est plus dérangée; mais

(1) *Classificazione dei terreni stratificati*, etc., Classification des terrains stratifiés des Alpes entre le Mont-Blanc et le comté de Nice (*Mem. della r. Accad. di Torino*, 2e série, vol. XII, p. 29, 1852, avec 1 carte et 1 pl. de coupes).

les brèches et les poudingues peuvent offrir des horizons géologiques qui suppléent en quelque sorte à l'absence des fossiles. On a vu que l'auteur admettait deux sortes de gneiss : l'un primaire, l'autre métamorphique, constituant tous deux le long de la chaîne une série de petites montagnes qui circonscrivent le bassin du Pô. A travers ces roches d'âge différent ont surgi çà et là les serpentines, les euphotides, les syénites, les diorites, les granites, les porphyres quartzifères, les mélaphyres, etc., qui ont profondément modifié les roches sédimentaires de cette partie des Alpes, et auxquelles serait aussi due la pente plus rapide du versant italien de la chaîne elle-même.

Le gneiss métamorphique représentant des roches inférieures au lias passe graduellement au quartzite pur, micacé ou feldspathique ; mais, lorsque se montrent les serpentines, ce sont des roches talqueuses avec du quartz grenu ou avec du feldspath qui se trouvent substituées au véritable gneiss, comme dans les vallées de la Stura, du Lanzo, de la Dora-Riparia, dans les Alpes maritimes, etc. Le calcaire manque dans toute cette série. Sur ces roches, qui représenteraient les couches détritiques de la Savoie, vient, du côté de l'Italie, un schiste argileux plus ou moins doux au toucher, noir ou brun, d'un éclat plus ou moins prononcé, ou brun terne, intercalé dans le quartzite et alternant avec des calcaires schisteux cristallins. La présence du graphite, quelquefois en lits minces, est un fait qui confirme M. Sismonda dans l'opinion qu'il y a un parallélisme réel entre ces roches et le système anthracifère inférieur de la Savoie.

Les roches rapportées au lias supérieur constituent une masse puissante de calcaires cristallins, en bancs d'une épaisseur médiocre à la partie inférieure, plus épais vers le haut et recouvrant la série précédente. On y observe çà et là des brèches de même nature, des schistes quartzeux, talqueux, semblables à ceux de la Tarentaise et des Alpes de la Savoie, et qui justifieraient leur synchronisme avec ces derniers. Les calcaires se développent le long de la chaîne, diversement inclinés, parfois changés en gypse ou en dolomie, les uns vers l'origine des vallées, les autres à leur débouché ou dans les régions serpentineuses. Sur le versant méridional des Alpes, le gypse ne se montre qu'aux environs de Courmayeur, de Cogne, d'Oulx sur la Dora-Riparia, de Bardonèche, de l'Argentera, d'Acoglio, etc. Plus au sud, M. Sismonda admet deux sortes de dolomies : l'une est un calcaire devenu magnésien par l'action de vapeurs magnésiennes acides : elle est massive et irrégulièrement fendillée ; l'autre alterne

régulièrement avec des calcaires purs ou avec d'autres roches, et elle est d'origine sédimentaire comme celles-ci.

Nous terminerons cette esquisse bien imparfaite, vu l'état de la science dans cette partie du versant sud des Alpes, en faisant remarquer les différences notables que présentent les cartes géologiques de la France et de la Suisse avec celles plus détaillées qu'a publiées M. A. Sismonda. Dans un sujet aussi difficile et sur lequel nous n'avons d'ailleurs aucunes données qui nous soient personnelles, nous ne pouvons que constater la divergence des opinions ou des points de vue sans chercher à les discuter ni à les concilier.

§ 2. — Milanais.

Dans la plus grande partie de la région semi-circulaire que nous venons d'étudier, nous n'avons guère pu constater la présence de fossiles jurassiques qu'à son extrémité sud, dans les Alpes maritimes, et à son extrémité nord, sur les bords du lac d'Orta et du lac Majeur. A partir de ces derniers points commence une zone étroite plus continue et moins altérée, de dépôts jurassiques fossilifères qui suivent le pied de la chaîne vers l'E., en traversant les extrémités sud des lacs de Côme, de Lecco, d'Iseo et de Garde, pour remonter ensuite au N.-O. dans le Tyrol et les provinces vénitiennes. On avait d'abord attribué à cette zone une beaucoup plus grande largeur que celle qu'elle a réellement, parce qu'on y avait compris des couches fort étendues placées ensuite dans le trias. C'est ainsi qu'elle est représentée dans l'esquisse d'une carte géologique de l'Italie qu'a publiée H. de Collegno en 1844; mais les cartes de la Suisse de MM. Studer et Escher montrent, entre le val Sesia et le lac de Garde, le changement que nous venons d'indiquer et que nous verrons continué sur le reste du versant sud de la chaîne.

La bande jurassique du Milanais, comprise entre le trias au nord et le terrain tertiaire au sud, quoique peu étendue, a donné lieu à d'assez nombreuses recherches et à des discussions fréquentes. Sans remonter bien loin dans l'histoire de ces travaux, nous dirons qu'en 1827 L. de Buch (1) donna une note sur les dolomies, les calcaires

(1) *Ann. des sc. natur.*, févr. 1827, vol. XVIII. — *Zeitschr. f. Miner.*, 1827, p. 289. — Voyez aussi : Link, *Arch. für Miner.* de *Karsten*, vol. I, p. 229. — *Guida al lago di Como ed al monte di Stelvio et di Splungen*, in-8, Come, 1831. — Amoretti, *Viaggio da*

et les porphyres du lac de Lugano, et, deux ans après, une carte géologique du pays compris entre ce lac et celui d'Orta (1). On y voit successivement, à partir du gneiss et des micaschistes, des conglomérats rouges, des calcaires et des dolomies. H.-T. de la Bèche a publié une carte géologique des bords des lacs de Côme et de Lecco (2), accompagnée de coupes. Parmi ces dernières, celle de la rive orientale du lac de Côme montre la série suivante, en allant de haut en bas ou du S.-O. au N.-E., de Varenna à Bellano, perpendiculairement à la direction des couches :

1. Calcaire noir (marbre de Varenna), en bancs plus ou moins épais, quelquefois schistoïde et contourné, plongeant fortement au S.-S.-O.
2. Calcaire gris foncé en couches minces.
3. Dolomie grise traversée de veines blanches.
4. Grès gris et rougeâtre très compacte, passant à un poudingue de petits cailloux siliceux.
5. Schiste noir micacé.
6. Grès siliceux brun.
7. Poudingue rouge, avec des cailloux de quartz et de porphyre rouge, et dont le ciment prend un aspect quelquefois porphyroïde.
8. Grès siliceux gris, micacé.
9. Grès schisteux rougeâtre, gris et brun.
10. Gneiss blanc avec mica argentin et en couches puissantes.
11. Micaschiste avec mica noir.
12. Gneiss.
13. Micaschiste au nord de Bellano.

Il y aurait dans cette série une liaison intime et même un passage graduel des roches qui la composent, depuis le gneiss le plus ancien jusqu'au calcaire noir. Le poudingue rouge reparaît sur la rive opposée du lac, puis au pied du mont San-Salvatore, sur le lac de Lugano, où il sépare le micaschiste du calcaire et des dolomies. Les calcaires de la partie méridionale du lac de Côme, qui sont siliceux, renferment des cherts près de la ville même. Ils deviennent schisteux vers le bas, moins siliceux, et passent au calcaire compacte (3). A Mol-

---

Milano ai tre laghi, 1814. — Breislak, *Descriz. geol. della provincia di Milano*, in-8, 1822.

(1) *Ann. des sc. natur.*, 1829.

(2) *Sections and views illustrative of geol. phenomena*, in-4, pl. 31-32, p. 57, 1830. Traduction française par H. de Collegno, 1839. — *Manuel géologique*, traduction française par Brochant de Villiers, p. 403, 1833.

(3) M. Pasini avait d'abord rapporté à la *scaglia* noire, et par

trasio, sur la rive droite du lac, de la Bèche cite des Ammonites très voisines de l'*A. Bucklandi*, et sur la rive opposée une espèce voisine de l'*A. heterophyllus* : ce qui a fait rapporter à la formation jurassique, et particulièrement au lias, les calcaires du lac de Côme qui passent d'ailleurs les uns aux autres par des nuances insensibles.

L'anthracite a été indiqué sur plusieurs points, principalement dans le voisinage de Varenna et de Moltrasio. La dolomie est grise, brune ou blanche, et dans ce dernier cas très cristalline. Dans le voisinage des calcaires, la roche moins magnésienne passe à ceux-ci. A Nobiello et à Limonta la dolomie renferme du gypse.

M. L. Pasini (1) a également observé cette série. Le micaschiste qui constitue, dit-il, la base du terrain secondaire dans les provinces vénitiennes, occupe la même position relative dans le Milanais. Autour des lacs de ce dernier pays le terrain secondaire est réduit à un petit nombre de termes, et près du lac de Côme un conglomérat rouge, surmonté du calcaire jurassique près de Bellano, représente tous les grès secondaires. Il sépare ce dernier du micaschiste sur beaucoup d'autres points : c'est le grès de Cisenach dans la péninsule de Marcote. Il est composé de fragments de micaschiste, de quartz et d'autres roches primaires, et repose en couches inclinées sur le schiste cristallin. Son épaisseur est de 50 mètres. Un banc mince de calcaire argileux qui y est subordonné a été comparé au zechstein du Vicentin, de même que le calcaire noirâtre, superposé au conglomérat et recouvert par la dolomie, représenterait le muschelkalk pour M. Pasini. La dolomie du mont San-Salvatore, souvent citée comme un exemple de calcaire devenu magnésien, est de la période jurassique, non-seulement comme celle du reste du Milanais, des environs de Varèse, du lac de Côme, du Tyrol, du Vicentin, etc., mais encore comme celle de l'Apennin, avec quelques calcaires qui s'y rattachent çà et là, et tout ce qui est au-dessus appartiendrait à la formation crétacée.

---

conséquent à la craie, les calcaires noirs de Varenna (*antè*, vol. V, p. 71).

(1) *Rapporti geognostici*, etc , Rapports géognostiques entre quelques points des Apennins et des Alpes (*Ann. degli sc. del regno Lomb.-Veneto*, fasc. V, sept.-oct. 1831, vol. I, p. 390, et vol. II, p. 208). — Voyez aussi : *Dell' antichissima condizione geol. e politica dell' alta Lombardia*, par G.-B. Bazzoni, in-8, Milano, 1835. — *Bibl. ital.*, n° 240, p. 291, 1835.

M. B. Studer (1), en parcourant la rive orientale du lac de Côme, remarqua aussi les calcaires gris foncé, fragiles, qui entre Varenna et Bellano plongent au S.-O. Ces calcaires reposeraient sur des dolomies alternant avec des argiles rouges auxquelles succèdent le conglomérat rouge avec des fragments de roches cristallines, puis au delà le gneiss et le micaschiste. Il observa la même série au sud-est, dans la vallée d'Introbio, et plus à l'est, le long d'une coupe faite de la vallée de la Strabina à Marbegno dans la Valteline, les roches détritiques de la base prennent un grand développement.

Les *Observations sur les terrains compris entre le lac Majeur et celui de Lugano* (2), dues à Breislak et restées inédites jusqu'en 1838, ont peu avancé la connaissance de ce pays, au point de vue de la classification des roches d'après les méthodes actuelles ; mais elles peuvent être utilement consultées pour les détails locaux très circonstanciés qui s'y trouvent rapportés.

On a vu (*antè*, vol. II, p. 774, et vol. V, p. 74) que M. F. de Filippi (3) avait fait une coupe des plaines de la Lombardie au pied des Alpes, pour se rendre compte de toute la série des couches tertiaires et secondaires qui s'appuient contre la chaîne primaire. La première assise jurassique qui, d'après cet observateur, supporte la formation crétacée est une marne rouge sableuse, souvent panachée, régulièrement stratifiée, très siliceuse par places. Les fossiles y sont nombreux, et au Buco del Piombo il cite trois espèces de Térébratules avec des corps qui, regardés comme de véritables Orthocératites, ne sont sans doute que des cônes alvéolaires de Bélemnites, puis l'*Aptychus lamellosus*, un Nautile, les *Ammonites Bucklandi*, *radians*, *depressus*, *Murchisonæ*, *Walcotii*, *discus*, *costatus*, *Davæi*, *sublævis*, *Duncani*, *Humphriesianus*, *heterophyllus* (4), c'est-à-dire, les espèces les plus caractéristiques des trois étages du lias, de l'oolithe inférieure et de l'Oxford-clay, constituant une association dont on ne pourrait rien conclure si elle était réelle. Près d'Induno, au nord de Varèse, l'*Apiocrinites Milleri* et une dent de reptile ont été rencontrés.

---

(1) *Bull.*, 1re série, vol. IV, p. 58, 1833.

(2) *Osservazioni sopra i terreni*, etc. (*Mem. dell' I. R. Istituto del regno Lomb.-Veneto*, vol. V, p. 31, Milan, 1838).

(3) *Bibl. ital.*, vol. XII, 1838. — Voyez aussi : Curioni, *Ann. univ. de statistique*.

(4) L'auteur cite encore l'*Ammonites sexradiatus*, qui nous est inconnu.

Lorsque de ce village on se dirige vers le mont Allegro, on trouve, sous les marnes précédentes, un calcaire compacte gris, un calcaire lamellaire rose pâle et un calcaire oolithique. Ensuite vient un calcaire compacte, souvent caverneux, dans lequel les fossiles sont très rares, et qui constitue des montagnes et des chaînes entières. Les observations de de Buch relatives aux dolomies des bords du lac de Lugano s'appliquent à ces calcaires. Ainsi, à Rosa et à Cunardo, où ils avoisinent les porphyres pyroxéniques, ils sont à l'état de dolomie. Ce calcaire passe souvent aux marnes précédentes, à une brèche et à un grès calcaire exploité en grand dans les carrières de Viggiù.

Dans la partie nord du lac de Côme et reposant sur le micaschiste est un calcaire argileux ou marne endurcie, schistoïde, en couches minces, parallèles, souvent inclinées ou ondulées, exploitées comme ardoises, et dans lesquelles on cite quelques grandes Ammonites. Alex. Brongniart (1) en faisait du calcaire de transition; de la Bèche, comme on l'a vu, des roches jurassiques; Malacarne (2), du lias, en confondant ces couches de Moltrasio avec le calcaire de Varenna, et M. Pasini aurait de son côté commis d'autres méprises. Ces roches composent toutes les montagnes situées à droite de la route de Varèse à Lugano, entre autres le sommet de celle qui se trouve au-dessus de Besano. Lorsqu'on descend vers Porto-Morcote, on atteint un calcaire plus régulièrement stratifié, en lits minces, avec tous les caractères de la roche du lac de Côme, et qui serait antérieur à la période jurassique. C'est un calcaire argileux ou une marne endurcie fissile, parfois très bitumineuse. Au-dessus est un grès de couleur et de structure variables, recouvrant un porphyre argileux, assez décomposé, qui se rattache au mélaphyre, cause du soulèvement de la montagne.

M. de Filippi croit que le calcaire argileux fissile, si développé dans la province de Côme et qui devient un schiste bitumineux près de Porto-Morcote, représente le zechstein. Il se trouverait en rapport direct avec le grès placé dessous, qui représenterait à son tour le *rothe-todt liegende*. La coupe dirigée des premières collines du Milanais vers les Alpes rencontrerait, dans leur ordre naturel, toutes les couches rangées dans trois séries distinctes. La

---

(1) *Ann. des mines*, 1821.
(2) *Man. d'hist. nat.* de Blumenbach.

première, comprenant les dépôts quaternaires et la formation tertiaire sub-apennine, est plus récente que le soulèvement des Alpes; la seconde, les roches sédimentaires soulevées, c'est-à-dire les calcaires de Comabbio de la période tertiaire inférieure, la craie, les marnes et les calcaires jurassiques, puis le zechstein et le grès rouge. Les couches de cette série, régulièrement stratifiées, sont concordantes et courent du N.-E. au S.-O. Quant à la troisième, elle comprend les roches cristallines que soulevèrent les porphyres et les mélaphyres. Ces derniers, ainsi que l'a dit de Buch, auraient soulevé les Alpes de la Lombardie, et l'étude des vallées situées entre les lacs de Côme et Majeur confirme cette manière de voir. C'est le onzième soulèvement de M. Élie de Beaumont, celui des Alpes occidentales. En outre, comme on a quelquefois trouvé dans le zechstein et le grès rouge des dépôts de véritable houille (1), on aurait avancé à tort qu'il était inutile de rechercher ce combustible dans les Alpes, parce que la formation jurassique y repose immédiatement sur les roches cristallines.

H. de Collegno (2) a constaté, ainsi que ses prédécesseurs, la difficulté de tracer des séparations nettes entre les diverses roches que présente la coupe de Bellano à Varenna, de même que leur succession régulière entre ces deux points. Sur la rive opposée du lac, la superposition des roches cristallines et sédimentaires n'est pas aussi bien mise à découvert. Le fer hydroxydé est exploité dans le poudingue rouge, et les couches dolomitiques qui recouvrent ce dernier sont beaucoup plus puissantes que celles qui leur correspondent sur la rive orientale. Les fossiles observés par l'auteur dans les calcaires près du lac étaient trop imparfaits pour qu'il pût en conclure autre chose que ce qui avait été dit depuis longtemps par de la Bèche. Les caractères minéralogiques des couches avaient pu seuls porter quelques géologues à regarder le poudingue à ciment rouge comme représentant l'*old red sandstone* d'Angleterre, le calcaire noirâtre comme le calcaire carbonifère, et le calcaire dolomitique comme le zechstein. L'auteur reproduit la liste des fossiles déterminés par M. Balsamo Crivelli (3) et que nous avons

(1) Curioni, *Ann. de statistique de Milan*, 1838.

(2) *Bull.*, 1re série, vol. X, p. 244, 1839.

(3) Liste des fossiles du calcaire rouge des montagnes situées entre Erba et Côme (*Atti della secunda riun. degli sc. italiani*, p. 145, Turin, 1840).

donnée ci-dessus. Ce dernier a signalé en outre un reptile paléosaurien et deux poissons dans le calcaire noir de Varenna (1).

M. Pasini (2) ayant mis en parallèle le calcaire rouge à Ammonites des provinces vénitiennes et les marnes rouges à Ammonites de la Lombardie, MM. Balsamo Crivelli et de Filippi ont émis l'opinion que celles-ci devaient appartenir au lias. Quelques espèces fossiles sont d'ailleurs communes aux deux pays. Au mont Induno, à Erba et dans les autres montagnes autour de Côme, la marne précédente fait suite aux grandes masses calcaires qui s'étendent jusqu'aux conglomérats et aux roches cristallines. Les fossiles sont tous différents de ceux de la craie, et le plus grand nombre appartient au lias. Cependant M. de Filippi se borne encore ici à placer ces couches dans la série jurassique, sans leur assigner un horizon plus particulier. Il avait, comme on vient de le dire, rangé toute la série comprise entre le lac Majeur et le lac de Côme dans deux formations, indépendamment de la craie ; mais, revenant sur cette opinion, il n'y voit plus actuellement aucun représentant du zechstein, et les schistes bitumineux de Porto-Morcote, sur le lac de Lugano, constituent, au contraire, la base d'une chaîne de roches calcaires de la période jurassique, se continuant jusqu'à Varèse. Les schistes gris alternent avec des couches de dolomie et avec des calcaires compactes gris reposant sur le sable rouge comme celui-ci sur le mélaphyre.

On a vu (*antè*, vol. V, p. 73) la coupe donnée par MM. Ant. et Giov. Batt. Villa de la colline de la Brianza, située au nord-nord-ouest de Milan, et dans laquelle la série crétacée, redressée au N.-E., recouvre d'une manière concordante la série jurassique. Si nous la reprenons ici de bas en haut, nous verrons encore, aux gneiss et aux schistes micacés et argileux, succéder un conglomérat de cailloux siliceux de diverses grosseurs, passant à un grès rouge, des calcaires gris et noirs du lias, quelquefois dolomitiques, remplis de fossiles différents de ceux des calcaires gris et noirs supérieurs, et qui appartiennent à l'un des groupes oolithiques (3). Les calcaires de la vallée d'Esino sont aussi jurassiques (4), de même que les psammites qui alternent avec eux et les marbres

(1) *Mem. del Istituto Lomb. delle lett. ed arti*, vol. II.
(2) *Atti della secunda riun. degli scienz. ital.*, p. 108, 1840.
(3) Lettre de M. Catullo (*Nuovi ann. delle scienz. nat. di Bologna*, vol. X, 1843).
(4) *Della giacitura in posto del calcare conchiglifero di Esino* (*Revista Europea*, 1840, p. 192).

noirs dits de Varenna. Les couches plus élevées qui s'approchent de la craie renferment des rognons siliceux, et les dernières sont des marnes ferrugineuses très fossilifères avec fucoïdes, *Astarte minima*, *Aptychus lamellosus*, *A. lævis*, des Ammonites et de très grandes Bélemnites (1).

Les bancs calcaires de l'assise marno-ferrugineuse varient beaucoup dans leurs teintes et le degré de compacité, mais le rouge ferrugineux y domine. Commençant près du lac Majeur, cette assise passe par Induno, près de Varèse, se montre de plus en plus autour de Côme, dans le val Sassina, au nord de la Brianza, pour se prolonger au delà de l'Adda dans le Bergamasque. Il lui succède un calcaire compacte, à cassure conchoïde, blanc, quelquefois sale et veiné (marbre *majolica*), souvent siliceux, passant par degrés à la roche sous-jacente par ses caractères minéralogiques comme par ses fossiles. Ces calcaires ont été pris à tort pour la *scaglia* du Vicentin et pour l'*alberese* de la Toscane.

H. de Collegno (2), reprenant la plupart des faits que nous venons d'énoncer, range dans cinq divisions ou groupes les roches que nous avons décrites dans la Lombardie. Ce sont à partir du gneiss :

1° Le *grès rouge*, passant souvent à un poudingue ou à une brèche de même couleur. Il est à grain plus ou moins fin, rouge brunâtre, avec des cailloux de quartz, de gneiss, de granite et de porphyre rouge. Il devient subcristallin au contact du gneiss. Son épaisseur, de 10 mètres seulement dans les galeries de Varenna, en acquiert 300 dans le val Serina à Introbbio.

2° Le *calcaire noir*, souvent très compacte (marbre de Varenna), est tantôt en bancs épais, tantôt en lits minces et schistoïdes, avec quelques grès schisteux et bitumineux subordonnés. Des veines charbonneuses y sont intercalées ; des fentes ont été remplies de calcaire spathique blanc, et fréquemment la masse est à l'état de dolomie plus ou moins cristalline (promontoire de Bellagio, montagne de Menaggio), ou bien à l'état de gypse (Nobiallo, Limonta), et passe insensiblement à ces roches. Son épaisseur, difficile à apprécier à cause des failles qui l'ont traversée, paraît atteindre jusqu'à 1000 mètres.

(1) Balsamo Crivelli, in *Politecnico*, 1839.

(2) *Sur les terrains stratifiés des Alpes lombardes* (*Bull.*, 2ᵉ série, vol. I, p. 181, pl. 2, 1844). — *Compt. rend.*, vol. XVII, p. 1363, 1843. — Curioni, *Description du calcaire de Musso* (*Il Politecnico*, vol. II, p. 104).

3° Le *calcaire gris de fumée* qui lui succède a des caractères plus constants. Il est en bancs peu épais, quelquefois séparés par des lits de marne grise et d'autres de silex, qui semblent se fondre dans la pâte. Son épaisseur ne dépasse pas 200 mètres, entre le calcaire noir de Crevenna et le calcaire rouge de Buco del Piombo.

4° Le *calcaire marneux*, de teinte rouge brique très uniforme, est en bancs fort réguliers, de 0m10 à 0m15 d'épaisseur, avec des lits de silex vers le haut. Il passe aussi quelquefois à la dolomie (Casa rasa), et sa puissance totale atteint à peine 50 mètres.

Quant à la cinquième division, désignée sous les noms locaux de *majolica*, de *scaglia brune* et de *biancone*, on a vu (*antè*, vol. V, p. 74) qu'elle appartenait à la formation crétacée.

M. Catullo (1) a rapporté le calcaire rouge à la formation jurassique, et, de son côté, M. Curioni (2) a divisé le grès rouge de la base du système secondaire en deux portions : l'inférieure étant suivant lui l'équivalent de la grauwacke et la supérieure du *rothe-todt-liegende*. On a vu quelle était l'opinion de M. de Filippi, et de Buch (3) avait déjà insisté sur l'impossibilité de placer le calcaire rouge dans la craie, à cause de ses Ammonites, qui affectent les caractères de la section des *coronarii*.

Le grès rouge de Bellano est sans fossiles, et il en est de même du calcaire noir des bords du lac jusqu'à Varenna ; mais, dans le val d'Esino, un peu au-dessus de Perledo, des schistes noirs exploités comme ardoises, et correspondant à la partie inférieure du calcaire noir, ont présenté des empreintes de poissons (*Lepidotus Trotti*, Bals., un *Semionotus* voisin du *S. leptocephalus*, Ag., et des restes de *Plesiosaurus* (4) auxquels nous avons déjà fait allusion).

De Varenna à Lecco, poursuit de Collegno, les rives du lac sont formées par un calcaire noir semblable au précédent, courant E. 10° S., avec une inclinaison variable. Au sud de Mandello, la dolomie forme le rivage du lac jusqu'aux alluvions de Lecco, et, au sud de la dolomie du promontoire de Guggiate, on retrouve le calcaire noir de Varenna, dirigé E. 10° N. avec un plongement à l'E. Les marnes schisteuses qui y sont subordonnées renferment de nombreux fossiles (*Pholadomya* voisine de la *P. hortulana*, Ag., *Nucula*

(1) *Saggio di zoologia fossile delle provincie Venete.*

(2) *Sur les combustibles fossiles du royaume Lombardo-Vénitien* (*Ann. de statistique de Milan*, 1838).

(3) *Ann. des sc. natur.*, vol. XVIII, p. 263.

(4) *Il Politecnico*, mai 1839.

claviformis, Sow., *N. Hammeri*, Defr., *Modiola Hillana*, Sow., voisine de la *M. plicata*, Sow., *Cardita*, *Lutraria*, *Pecten*, *Plagiostoma*, *Cerithium*, *Posidonomya*, *Trigonia*).

Un peu au delà de Torno, les calcaires gris à silex succèdent au calcaire noir pour se continuer jusqu'à Côme avec une direction E. 20° N. A l'est de ce point, dans les communes d'Erba et de Villa-Albese, on suit le prolongement du calcaire gris à silex succédant aux calcaires noirs surmontés à leur tour, d'une manière discordante, par des marnes calcaires rouge brique avec des lits de silex de même couleur. Au-dessus de celles-ci, près des chalets ou Alp d'Erba, vient, toujours concordant, le calcaire blanc compacte, à cassure conchoïde, avec des lits de silex gris clair : c'est le calcaire *majolica*. Dans les marnes rouges qui forment un escarpement près de la villa Albese, on a trouvé des alvéoles de Bélemnites prises d'abord pour des Orthocératites, puis les *Ammonites heterophyllus*, Sow., *elegans*, id., *fibulatus*, id., *Walcotii*, id., *insignis*, Ziet., *radians*, Schloth., *Scipionianus*, d'Orb., *comensis*, de Buch.

La rive occidentale du lac de Côme offre à peu près la répétition des mêmes faits. Les calcaires gris forment souvent la partie élevée des montagnes, entre Bellano et Lecco. Les couches jurassiques semblent s'abaisser au S., de sorte que les plus récentes se voient à des niveaux de plus en plus bas à mesure qu'on s'éloigne des Alpes. Ces divers groupes se continuent ensuite vers l'est, dans le Vicentin et le Frioul, comme à l'ouest dans les montagnes de Varèse. A Gavirate, les calcaires rouges d'Induno renferment les mêmes Ammonites que ceux des Alpes d'Erba, et le calcaire noir bitumineux occupe les cimes qui dominent le lac de Lugano, depuis Porto jusqu'à Bruzin-Carsizio, etc. Le calcaire noir de Besana, qui contient des couches très bitumineuses et court N. 20° E., en plongeant à l'E. 20° S., passe sous les calcaires semi-cristallins exploités comme marbre à Saltrio, à Arzo, et dont les bancs sont pétris de *Pentacrinus subangularis*, Mill., avec les *Terebratula ornithocephala*, Sow., *indentata*, id., et une troisième voisine de la *T. tetraedra*, id. Dans un calcaire bleu de Tremona, près d'Arzo, on a signalé des Térébratules avec les *Spirifer rostratus* et *tumidus*, de Buch, et les couches marneuses du lias ont offert au mont Generoso ces mêmes *Spirifer* avec le *S. Walcotii* et la *Terebratula tetraedra* (1).

(1) P. Merian, *Ueber die Verstein. von Arzo bei Mendrisio*, Sur

Peu après, en répondant à quelques assertions de M. Catullo (1), M. de Collegno (2) rappela les espèces jurassiques citées dans ces calcaires des Alpes italiennes, lors de la réunion du congrès de Milan, et l'opinion exprimée par de Buch (3); mais ces espèces, qui appartiennent aux divers groupes jurassiques, ne prouvent rien de plus que ce que l'on a vu jusqu'ici. La présence de l'*Ammonites tatricus* dans les environs du val Madera, au Pian-d'Erba et à Induno, avec les *Terebratula diphya* et *triquetra*, les *Ammonites polygyratus* et *cordatus*, est une circonstance intéressante signalée aussi par de Buch (4) et qui relie l'horizon de l'Oxford-clay de ce versant des Alpes, non-seulement avec ce que nous avons vu sur le versant opposé de la Suisse, mais encore en Espagne, comme avec ce que nous retrouverons dans l'est de l'Europe. Néanmoins, pour le pays qui nous occupe, la distribution stratigraphique des diverses espèces citées, et en particulier le gisement de l'*Ammonites tatricus*, du *Belemnites semi-hastatus*, de l'*Ammonites cordatus*, etc., reste encore à déterminer. L'existence de la formation jurassique est bien constatée, sans doute; mais la distinction de ses divisions reste complétement à faire, et l'on ne pourrait encore, avec des éléments aussi contradictoires, affirmer que les marnes et les calcaires rouges à Ammonites appartiennent à l'étage d'Oxford.

A la suite de quelques objections faites par M. Coquand (5), qui serait porté à séparer le calcaire rouge de Varèse de celui de Côme, de Collegno (6) a fait encore remarquer que l'on voit la même série à l'ouest de Varèse, de Morosolo à Gavirate, à Fignano, et à l'est, depuis Malnate, en passant par Saltrio jusqu'au lac de Lugano, de

---

les fossiles d'Arzo, près Mendrizio (*Verhandl. der naturf. Gesellsch. zu Basel*, vol. VIII, p. 31, 1846-48). — *Neu. Jahrb.*, 1849, p. 866. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 58, des *Notices*.

(1) *Bull.*, 2e série, vol. I, p. 525, 1844.

(2) *Ibid.*, vol. II, p. 60, 1844.

(3) *Ibid*, *ibid.*, p. 60.

(4) *Ibid.*, *ibid.*, p. 361. — *Atti della sesta riun. degli scienz. italiani in Milano*, in-4, 1844, p. 580. — Il est probable qu'il y a ici quelques rectifications à faire tant pour les gisements cités dans cette note que pour les Ammonites qu'on a réunies sous un même nom et pour les autres fossiles qu'on y signale comme leur étant associés.

(5) *Bull.*, 2e série, vol. II, p. 155, 1845.

(6) *Ibid.*, p. 365.

sorte que l'ordre de superposition est ici comme sur les bords du lac de Côme : 1° groupe nummulitique; 2° calcaire blanc avec silex (*majolica*); 3° calcaire marneux rouge avec Ammonites jurassiques; 4° calcaire gris de fumée très bitumineux vers le bas. A Induno, une faille aurait porté le calcaire rouge au niveau des marnes rouges à fucoïdes, ce qui a pu faire croire que le calcaire rouge de Varèse n'était pas le même que celui de Côme.

M. G. Curioni (1), à qui l'on doit d'importants travaux sur lesquels nous reviendrons en traitant des Alpes des provinces vénitiennes, a constaté aussi les dislocations occasionnées par l'arrivée des roches ignées à travers les roches sédimentaires de la Lombardie, et il a décrit la série de ces dernières, mais en proposant quelques parallélismes que d'autres géologues n'ont pas adoptés. Le même savant a fait connaître (2), sous le nom de *Macromirosaurus Plinii*, un reptile fossile trouvé dans le calcaire magnésien, fissile, argilo-bitumineux des montagnes de Perledo, et il a donné des détails très circonstanciés sur les roches des environs. Il a proposé aussi le nom de *Lariosaurus Balsami* pour un autre reptile de cette localité que M. Balsamo Crivelli avait déjà mentionné (3). Les schistes noirs bitumineux de Besano, alternant avec une dolomie bleuâtre en lits minces et reposant immédiatement sur le grès du trias, renferment aussi beaucoup de fossiles, tels qu'un *Ichthyosaurus communis*, le *Lepidotus ornatus*, Ag., l'*Ammonites costatus*, Sow., l'*Avicula pectiniformis*, Gold. Les mêmes empreintes de poissons ont encore été observées dans une dolomie schisteuse de la vallée de Brimbilla, située au même niveau géologique, de même que sur le territoire de Schilpario, dans la vallée du Dazzo.

L. Pilla (4) a aussi rappelé, discuté et résumé les faits précédents en les comparant avec ceux d'autres parties de l'Italie, et

---

(1) *Sui terreni di sedimento inferiore dell' Italia settentrionale* (lu à l'Inst. I. et R., le 2 avril 1845. — *Mem. dell' I. R. Istituto Lomb. di sc., lett. ed arti*, vol. II, p. 12 et *passim*).

(2) *Giorn. dell' I. R. Istituto Lomb. di scienz., lett. ed arti*, vol. XVI, 1847. — *Bibl. italiana*, 1847.

(3) *Il Politecnico* de Milan, mai 1839.

(4) *Saggio comparativo*, etc., Essai comparatif des terrains qui composent le sol de l'Italie, in-8, Pise, 1845. — *Atti della sesta riun. degli sc. ital. in Milano*, 1844, in-4, p. 545-567, Milan, 1845.

plus tard il est revenu sur les observations de MM. Villa et de Collegno, sans changer en rien les conclusions de ce dernier (1), à qui l'association présumée des espèces fossiles que nous avons citées dans les calcaires jurassiques de la Lombardie a suggéré quelques hypothèses sur le synchronisme des dépôts de cette formation des deux côtés des Alpes (2). Mais il faut reconnaître que les données stratigraphiques et paléontologiques comparées ne sont pas encore assez précises pour qu'on se laisse aller à des spéculations de cette nature ; aussi M. Coquand (3) a-t-il fait remarquer que toutes les Ammonites du calcaire rouge des bords du lac de Côme, à l'exception de l'*Ammonites tatricus* réuni par quelques personnes à l'*A. heterophyllus*, sont des espèces du lias. On vient de dire que l'*A. cordatus* et le *Belemnites semi-hastatus* y étaient encore signalés.

M. Studer (4), qui a donné une nouvelle coupe de Bellano à Vigano, regarde le calcaire noir de Varenna qui repose sur la rauchwacke comme appartenant au lias. Il cite même les espèces suivantes provenant de Guggiate au sud de Bellagio, promontoire qui sépare les lacs de Côme et de Lecco : *Pentacrinus subangularis*, Mill., *Pholadomya subangulata*, d'Orb., *Unicardium uniforme*, id., *Cardium subtruncatum*, id., *C. Collegno*, id., *C. Erosne*, id., *Modiola Hillana*, Sow., *Mytilus fidia*, d'Orb., *Pecten dextilis*, id., *P. lens*, Sow., *Cerithium Hermes*, d'Orb.

Dans le val d'Esino qui débouche près de Varenna, M. Brunner a recueilli des moules de gastéropodes qui ont beaucoup d'analogie avec des espèces de *Chemnitzia* jurassiques, tels que les *C. heddingtonensis*, Sow., *normaniana*, *lineata* et *curta*, d'Orb., du second ou du troisième groupe ; mais il ne lui paraît pas démontré que les calcaires gris qui les renferment soient inférieurs aux calcaires noirs à poissons de Perledo. Aux calcaires grisâtres à silex succède le calcaire rouge à Ammonites, qui renferme aussi des silex et dans lequel le même géologue signale, depuis Suello, val Assina, Buco del Piombo, les environs d'Erba et de Villa-Albese jusqu'à Côme et dans le voisinage de la Brianza, les *Ammonites heterophyl-*

---

(1) *Notice sur le calcaire rouge ammonitifère de l'Italie* (*Bull.*, 2ᵉ série, vol. IV, p. 1062, pl. 6, 1847).

(2) *Atti verbali della sezione di geologia della 8ª riun.*, etc., *in Genova*, septembre 1846, *compilati da A. de Zigno*, p. 10, Padoue, 1849. — *Atti della 8ª riun.*, etc., p. 619, in-4.

(3) *Ibid.*, p. 11. — *Ibid.*, p. 621.

(4) *Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 459, 1851.

lus, Sow., *bifrons*, Brug., *comensis*, de Buch, *Levesquei*, d'Orb., *Raquinianus*, id., *radians*, Schloth., *mimatensis*, d'Orb., *sternalis*, de Buch, *insignis*, Schubl., *Sabinus*, d'Orb., *Calypso*, id., et le *Belemnites canaliculatus*, Schloth., fossiles qui lui font rapporter cette assise au lias supérieur. On a vu que de leur côté MM. Villa avaient cité les *Aptychus lamellosus* et *lævis*, et que de Buch avait mentionné les *Ammonites tatricus*, *hecticus*, *polygyratus*, *depressus*, *contractus* et *caprinus* des groupes oolithiques inférieur et moyen. Nous rechercherons plus loin les analogues de ces couches dont les relations stratigraphiques de détails nous semblent laisser encore beaucoup à désirer. Nous doutons également que les mêmes espèces aient été rencontrées dans le calcaire *majolica* qui recouvre le calcaire rouge, ou bien l'assise ainsi désignée dans ce pays ne correspondrait pas au *biancone* des provinces vénitiennes, qui est le véritable équivalent de l'étage néocomien inférieur.

(P. 480.) Plus à l'ouest, continue M. Studer, les carrières considérables de Tremona, d'Arzo, de Saltrio, de Viggiù, dont les couches plongent au S., renferment des fossiles du lias. Situées au pied du mont San-Giorgio, qui occupe la péninsule entre les deux branches méridionales du lac de Lugano, les calcaires qu'on y exploite sont grisâtres et parfois oolithiques (Viggiù), compactes (Saltrio, Tremona), tachés de rouge, de jaune et de blanc (brocatelle d'Arzo). Les espèces suivantes que M. Brunner y a trouvées ont été déterminées par M. P. Mérian. Ce sont : *Pentacrinus basaltiformis*, Mill., *Lima Hermanni*, Voltz, *Pecten textorius*, Schloth., *Terebratula ornithocephala*, Sow., *T. tetraedra*, id., *Spirifer rostratus*, de Buch, *S. tumidus*, id. Les espèces de Saltrio et d'Arzo, déterminées par M. Balsamo-Crivelli sont : *Belemnites acutus*, Mill., *Nautilus striatus*, Sow., *N. excavatus*, id., *N. lineatus*, id., *Ammonites obtusus*, id., *A. fimbriatus*, id., *A. Bucklandi*, id., *Trochus ornatus*, id., *Cardinia hybrida*, Ag., *C. sulcata*, id., *Terebratula vicinalis*, Schloth., *T. triplicata*, Phill., *T. quadriplicata*, Ziet., *T. lacunosa*, Schloth. M. Brunner mentionne en outre, sur la pente nord du mont Generoso, la *Terebratula tetraedra*, Sow., puis les *Spirifer Walcotii*, Sow., *rostratus*, de Buch, et *tumidus*, id.

Le calcaire s'étend sur un assez grand espace au nord de Varèse, et, au delà du lac Majeur, il se continue en formant une bande étroite qui passe par Cerona. Il est à l'état de dolomie grisâtre, fendillée, bréchoïde. A l'est, dans le val Seriana, au nord de Bergame (p. 453), le lias serait représenté par le calcaire noir de

Gazzanigo où l'on a rencontré une Bélemnite. Le calcaire rouge à Ammonites se montre dans le val Cavallina et la colline d'Adro. Dans le val Brembrana, à San-Pellegrino (p. 457), est un schiste marneux noir qui plonge au S. et qui contient des Posidonomyes avec d'autres bivalves. Dans le val Perina, ce schiste appartiendrait au lias qui, à l'entrée de cette vallée et dans celles qui sont plus à l'ouest, est à l'état de calcaire compacte noir. Le calcaire rouge à Ammonites existe encore à Sedrina, à Lissa, ainsi qu'à Botta.

Cartes géologiques

Jetons actuellement un coup d'œil sur les cartes géologiques générales qui comprennent la partie du Milanais que nous venons d'étudier. Sur son *Esquisse d'une carte géologique de l'Italie* (1844), M. de Collegno a tracé la formation jurassique de la Lombardie comme occupant d'abord un îlot entre Borgomanero et Arona, à l'extrémité sud-ouest du lac Majeur, puis une bande continue partant de la rive orientale de ce lac, entre Besozo et Luino, pour s'étendre à l'est, en s'élargissant de plus en plus vers le lac de Garde et le bassin de l'Adige. Sa limite méridionale passe par Gavirate, Varèse, Côme, Caprino, Bergame, Iseo et Brescia, bordée par les dépôts crétacés et tertiaires. Sa limite septentrionale, dirigée de Luino vers Cedegolo, dans la vallée de l'Oglio, et remontant ensuite au N.-N.-E., est partout bordée de roches cristallines ou métamorphiques.

Sur la carte géognostique de la monarchie autrichienne (1), cette même zone, entre Bellano, sur le lac de Côme, et Capo di Ponte, sur l'Oglio, dans le val Camonica, est séparée des roches cristallines situées au nord par une bande coloriée comme *Thonschiefer* et *Grauwacke*, qui comprend par conséquent les grès et les poudingues rouges avec les autres roches que nous avons décrites au-dessous du calcaire noir.

M. Studer a joint à son premier volume de la Géologie de la Suisse (1851) une Esquisse géologique du système des Alpes et des chaînes qui s'y rattachent, carte sur laquelle la répartition de la formation jurassique au pied des Alpes de la Lombardie est conforme à ce que nous avons vu précédemment. Le poudingue ou conglomérat et le grès rouge de Bellano y sont représentés comme une dépendance du trias ; mais cet accord n'existe plus avec les cartes

(1) *Geognostische Uebersichts-Karte*, etc., par W. Haidinger, en 10 feuilles, Vienne, 1845. — Réduction, par J. Scheda, 1 feuille, 1847.

géologiques de la Suisse qu'ont données en commun MM. Studer et Escher de la Linth.

En effet, sur la carte en quatre feuilles qu'ils ont publiée en 1853, et qui comprend toute la zone secondaire du pied sud des Alpes, depuis Ivrea jusqu'à l'est de Brescia, on trouve désignés sous le nom de *verrucano* ces grès rouges avec les poudingues et les brèches que nous avons cités à la base des roches sédimentaires, qu'ils séparent des roches cristallines, et qui, dans la carte précédente, avaient été coloriés comme du trias. Les auteurs ont ensuite rapporté à cette dernière formation, qui comprend les *couches de St-Cassian* t^4, la *dolomie triasique* t et le *muschelkalk* t^2, une large zone renfermant les calcaires noirs de Varenna, les dolomies, etc. Celle-ci, partant du bord septentrional du lac de Lugano, traverse ceux de Côme et de Lecco, pour se prolonger directement à l'est jusqu'au lac d'Iseo et passer au delà dans les Alpes vénitiennes. Cette zone triasique est limitée au sud par celle du lias qui, de la rive orientale du lac Majeur, s'étend vers l'est, à travers les lacs de Lugano, de Côme, de Lecco, jusqu'à la vallée du Serio. Elle est bornée elle-même au midi, depuis Angera, à l'extrémité sud du lac Majeur, Gavirate, Induno, Mendrisio, Côme, Erba, etc., par les dépôts tertiaires ou quaternaires; puis, de Lorentino à Alzano-Maggiore, par la teinte bleue du groupe oolithique indéterminé. Celle-ci forme une bande d'abord fort étroite à son origine à Lorentino, mais qui s'élargit de plus en plus vers l'E., au delà du lac d'Iseo et de la vallée de la Metta. A partir de celle du Serio, elle se trouve en contact avec le trias par la disparition de la zone intermédiaire du lias.

Sur la réduction de cette carte, que MM. Studer et Escher ont donnée en 1855, on remarque des différences assez essentielles avec la répartition précédente des formations. Ainsi le poudingue rouge y est aussi désigné sous le nom de *verrucano*, mais il est mis en parallèle avec le conglomérat de Sernf et le poudingue de Valorsine. Le grès au-dessus serait du grès bigarré; puis viennent les dolomies et les *couches de Kössen* (1). Le lias ne s'étend plus ici à l'ouest de Lugano; il commence seulement sur la rive orientale, et tout ce qui est au delà, jusqu'au lac Majeur, est désigné comme terrain jurassique indéterminé. Celui-ci forme encore, aux dépens du lias de la première carte, plusieurs îlots : 1° de l'extrémité du lac de Lu-

(1) On verra ci-après, chap. V, quels sont les rapports de ces couches avec celles dites de Saint-Cassian.

gano jusqu'à moitié chemin de Côme à Erba ; 2° entre Moltrasio et San-Fedele ; 3° à l'est de Lecco, etc. Le lias, au lieu de s'interrompre à la vallée du Serio, continue à former vers l'est, à travers le lac d'Iseo et au delà, une zône qui sépare les couches jurassiques indéterminées situées au sud, du trias calcaire placé au nord.

De son côté, M. Omboni (1) qui, dans le peu d'espace qu'on observe entre le gneiss et le calcaire noir de Varenna, croit avoir retrouvé non-seulement la série complète du trias, mais encore les couches à fossiles de Saint-Cassian au-dessus, et au-dessous le zechstein, le grès rouge et peut-être même quelque représentant de la formation houillère, ne nous paraît avoir rien ajouté d'essentiel à ce qui précède. Sans se préoccuper, à ce qu'il semble, des nombreux travaux publiés avant lui et auxquels il ne fait pas même allusion, il place le marbre *majolica* à la partie supérieure de la formation jurassique, comme de Collegno, et contrairement à l'opinion de M. de Zigno, qui le met en parallèle avec le *biancone* ou calcaire néocomien (*antè*, vol. V, p. 77).

M. Omboni n'a d'ailleurs tracé sur sa carte aucune limite entre les quatre divisions précédentes (*marbre majolica, calcaire rouge à Ammonites, calcaire gris à silex, calcaire noir à veines spathiques*), et s'est borné à placer des lettres qui les représentent sur les points où elles ont été constatées.

Parmi les 32 espèces d'Ammonites que cite l'auteur comme provenant du calcaire rouge, et qui sont celles que nous avons déjà indiquées, on remarquera qu'il y en a une du Kimmeridge-clay (*A. mutabilis*, Sow.), 5 de l'étage d'Oxford, 2 de la grande oolithe, 1 de l'oolithe inférieure, 14 du premier étage du lias, 6 du second et 1 ou 2 du troisième. Dans les calcaires d'Arzo, de Saltrio et de Tremona, inférieurs au précédent, les fossiles que nous avons déjà mentionnés d'après M. Brunner (2) n'offrent point un mélange aussi prononcé. Le plus grand nombre appartient au deuxième et au troisième étage du lias, 4 ou 5 à l'oolithe inférieure, et les 2 ou 3 qui s'élèveraient plus haut sont des Térébratules dont la détermination est peut-être douteuse.

---

(1) *Série des terrains sédimentaires de la Lombardie* (*Bull.*, 2ᵉ série, vol. XII, p. 516, pl. 13, 1855). — *Elementi di storia naturale; Geologia*, Milan, 1854 — *Sullo stato geol. dell' Italia*, 1856.

(2) *Aperçu géologique des environs de Lugano.* — Voy. aussi Curioni, *Notizie naturali e civili sulla Lombardia.* — Balsamo Crivelli, *Milano e il suo territorio*, 1844.

§ 3. — Tyrol méridional.

Observations diverses.

Le Tyrol méridional est un des points de l'Europe qui a le plus souvent occupé les géologues. Le vaste développement qu'y ont pris les éruptions de roches ignées, le caractère original et grandiose que les assises de dolomies secondaires impriment à ses paysages, les théories auxquelles leur mode de formation a donné lieu, enfin certains dépôts très riches en formes organiques variées, qui semblaient indiquer d'abord le passage d'une faune à une autre et jetaient beaucoup d'incertitude sur l'âge de ces mêmes dépôts, ont été l'objet de nombreux travaux et ont servi d'aliment à des discussions fréquentes et animées.

Nous n'avons à nous occuper ici que de ce qui concerne les dolomies et quelques autres couches rapportées à la formation jurassique, mais bien distinctes des dépôts fossilifères que nous venons de mentionner et que nous rangeons dans le trias, suivant l'opinion la plus généralement adoptée. Nous serons cependant obligé d'en parler quelquefois, à cause de leur voisinage des couches réellement jurassiques dont nous esquisserons d'abord ici la distribution, non-seulement dans les Alpes du Tyrol, mais encore sur le pourtour du vaste amphithéâtre que forme le versant sud des Alpes Carniques, dont toutes les eaux se dirigent vers le fond du golfe de Venise.

De Buch (1) a donné une carte d'une partie du Tyrol méridional et une autre des environs de Predazzo (2). Sur celle des Alpes orientales, que MM. Sedgwick et Murchison ont jointe à leur mémoire (3), la formation jurassique occupe un espace considérable entre le lac de Garde et le bassin supérieur de la Save. Cette large zone, prolongement direct de celle de la Lombardie que nous venons d'étudier, s'appuie au nord contre les schistes cristallins et disparaît au sud sous les dépôts crétacés et tertiaires. Elle entoure, dans sa partie occidentale, le grand massif porphyrique de Klausen, de Botzen et Trente, le massif cristallin de la Cima-Germana, et comprend dans cette région, au fond de la vallée de Fassa, une

(1) Innspruck, 1822. — *Ann. de chimie*, vol. XXIII. — *Tasch. für Miner.*, 1824.

(2) *Bibl. italiana*, vol. XXXII, p. 351. — *Zeitsch. für Miner.*, 1829, pl. 2.

(3) *Transact. geol. Soc. of London*, 2ᵉ série, vol. III, p. 301, pl. 35, 1832.

bande étroite dirigée N., S., rapportée au grès rouge et au *magnesian limestone*, ou au trias.

Cette disposition générale a été reproduite à peu près sur la carte géologique de M. de Dechen (1); mais elle a été assez sensiblement modifiée dans quelques parties de celle de Collegno (2), où la formation crétacée, qui comprend les couches à fucoïdes (flysch) et à Nummulites, occupe l'espace situé entre l'Adige et le lac de Garde jusqu'à Arco au nord, ainsi que les bassins de l'Isonzo, de la Wippach, comme dans la carte de M. de Dechen. Une partie de ces changements ont été adoptés par sir R. Murchison et M. J. Nicol sur la carte géologique de l'Europe qu'ils viennent de publier (3). Sur celle de l'empire d'Autriche (4), comme sur la réduction qu'en a donnée M. J. Scheda (5), les couches jurassiques sont encore désignées par l'expression vague et surannée de *calcaire alpin* (*Alpen Kalkstein*); mais sa séparation d'avec les dépôts crétacés et tertiaires, au sud et à l'est, paraît être tracée avec beaucoup plus de soin et de détails que dans les cartes précédentes : aussi suivrons-nous ces limites dans ce que nous allons dire. Enfin, sur la *Carte géologique du Tyrol* (6), les couches jurassiques sont désignées sous les noms d'*Oberer Alpenkalk* et *Dolomit des obern Alpenkalkes*. Ces dolomies du calcaire alpin supérieur semblent reposer partout sur les couches de Saint-Cassian (*Mittlerer Alpenkalk*), qui se lient avec d'autres séries du trias (grès doléritiques, muschelkalk, etc.). Les feuilles de coupes qui accompagnent cette carte sont fort instructives et seront toujours utilement consultées par les personnes qui veulent se faire une idée des relations compliquées des roches variées de ce pays. On peut regretter seulement qu'une nomenclature qui n'est pas en rapport avec la science actuelle rende l'étude de ce travail assez pénible, surtout en l'absence d'un texte explicatif. Sur le petit nombre de points où les couches qui recouvrent les grandes assises dolomi-

(1) *Geognostische Uebersichts-Karte von Deutschland*, etc., 1 f., Berlin, 1839.

(2) *Esquisse d'une carte géologique de l'Italie*, 1 feuille, Paris, 1844.

(3) *Geological map of Europe*, en 4 feuilles, Londres, Édimbourg, mars 1856.

(4) *Geognost. Uebersichts-Karte der Oesterr. Monarchie*, par W. Haidinger, en 10 feuilles, Vienne, 1845.

(5) 1 feuille, Vienne, 1847.

(6) *Geognostische Karte Tirols*, 1849, en 10 feuilles et 3 planches de coupes.

tiques ont été observées, elles ont présenté les caractères des marnes calcaires rouges à Ammonites.

Si maintenant nous examinons les ouvrages et les mémoires dans lesquels on a traité de ce pays d'une manière plus ou moins étendue, nous verrons presque toujours, à l'exception des grandes assises de dolomies rapportées généralement à la formation jurassique, les roches sous-jacentes associées ou confondues avec celles que nous désignerons, comme la plupart des auteurs, sous le nom de *couches de Saint-Cassian*. La faune de celles-ci, qui ne permet pas de les rattacher au lias, nous représente sur ce point l'organisme marin de la période des marnes irisées. Les discussions auxquelles elles ont donné lieu et la mention, s'il y en a réellement, de quelques représentants du lias ou d'autres dépôts jurassiques inférieurs aux dolomies trouveront donc plus naturellement place dans le volume suivant consacré au trias, et nous n'aurons à nous occuper ici que de ces mêmes dolomies et des strates qui les recouvrent.

Un coup d'œil jeté sur une carte géologique de la région comprise entre le cours supérieur de la Piave et de l'Adige peut seul donner une idée de la complication et de l'enchevêtrement des roches de cette surface montagneuse. D'une part les dépôts rapportés au trias avec les dolomies jurassiques surmontées de couches crétacées, de l'autre les granites, les gneiss, les porphyres et les mélaphyres, affectent les contours les plus variés, présentant pour la description aussi bien que pour l'étude sur place les plus grandes difficultés. Aussi ne faut-il pas s'étonner si la plupart des travaux dont ce pays a été l'objet sont encore incomplets et souvent obscurs pour le lecteur.

Depuis les recherches de de Buch, M. H.-L. Wissmann (1) a donné de nombreux détails sur la vallée de Fassa et les montagnes environnantes; mais il a peu parlé des dolomies, si ce n'est dans leurs rapports avec les roches sous-jacentes. M. de Klipstein (2) a également traité fort au long de ces rapports, et a publié des vues qui donnent bien l'idée du caractère imposant et bizarre de ces masses de dolomies blanches, plus ou moins cristallines, déchique-

(1) *Beiträge*, etc., Contributions pour la géologie et les fossiles du sud-est du Tyrol, in-4, avec 16 planches, Beyreuth, 1841.

(2) *Beiträge zur geol. Kenntniss der Oestlichen Alpen*, in-4, avec 4 planches de coupes et de vues, et 16 planches de fossiles, Giessen, 1843.

tées, ruiniformes, qui impriment aux sites de cette partie du Tyrol un aspect aussi singulier que sauvage. M. Bronn (1), après avoir fait une analyse de cet ouvrage, a montré qu'il n'était pas exact de rapporter au lias les couches de Saint-Cassian, et M. de Klipstein (2) a insisté sur son premier rapprochement, de nouveau combattu dans une note du paléontologiste de Bonn.

M. Élie de Beaumont (3), ayant appliqué à la dolomie des considérations analogues à celles qu'il avait émises sur le gypse, a fait voir que, par suite du retrait occasionné dans la formation du carbonate double de chaux et de magnésie, ce retrait étant des $\frac{12}{100}$ du volume de la masse calcaire transformée, on pouvait se rendre compte de l'hypothèse qui attribue à une épigénie l'origine des dolomies caverneuses fendillées du Tyrol et celles d'autres localités. Tout en admettant la possibilité qu'il existe des dolomies sédimentaires, le savant géologue ne pense pas que les dolomies cristallines de certaines parties des Alpes du Tyrol puissent avoir été des dolomies stratiformes et compactes, passées à l'état cristallin par l'influence de la chaleur, comme cela a eu lieu pour les calcaires saccharoïdes. Ces derniers forment des masses pleines, tandis que les dolomies sont à la fois criblées de trous irréguliers et traversées de nombreuses fentes.

Recherches de M. Fournet.

M. Fournet (4) a résumé, dans la série suivante, ses observations au mont Baldo, à Trente, à Cavalèse, à Moëna, à Vigo, à Campitello, à Seiss et au mont San-Salvatore, près de Lugano.

1. Succession de marnes, de calcaire brunâtre, de calcaires blonds et de calcaires oolithiques.
2. Grès.
3. Calcaire brunâtre avec des Nummulites.
4. Calcaire sublamelleux.
5. Calcaire gris ou blanc sale, plus ou moins schistoïde, oolithique ou compacte.
6. Calcaires blancs compactes.
7. Dolomies blanches, cristallines, en bancs réguliers, passant vers le haut à des calcaires blancs compactes, veinés de dolomies

(1) *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 504.
(2) *Ibid.*, p. 799.
(3) *Bull.*, 1re série, vol. VIII, p. 174, 1837.
(4) *Note sur les résultats sommaires d'une exploration géologique du Tyrol méridional*, etc. (*Bull.*, 2e série, vol. III, p. 27, 1845.)

subcristallines (sommet de la colline de Santa-Agata, près Trente).

8. Calcaire rouge, compacte ou terreux, avec des *Aptychus* et des Ammonites.

9. Calcaire compacte, fendillé, subcristallin, souvent dolomitique, de teintes pâles, blanchâtres, grisâtres ou jaunâtres. Cette série d'assises, dont la stratification est fort obscure, joue un rôle important dans la configuration des montagnes du Tyrol, par sa puissance et sa structure bréchoïde en grand. C'est celle qui a été le plus souvent citée à l'appui de la théorie du métamorphisme.

10. Alternances de grès, de marnes de diverses couleurs, de calcaires compactes et de dolomies cristallines auxquelles s'associe quelquefois le gypse.

11. Conglomérat rouge avec des cailloux de porphyre quartzifère et d'autres roches cristallines plus anciennes (1).

L'auteur range les assises 1 à 5 dans le groupe nummulitique, 6 à 8 dans la formation jurassique et le reste dans le trias; mais ce dernier rapprochement n'a point été adopté, au moins quant aux dolomies n° 9.

(P. 30.) Passant à la discussion des données minéralogiques de ces assises, M. Fournet fait remarquer que, « sauf les cas excep-
» tionnels qu'il indique, les calcaires, les grès, les marnes et les
» conglomérats de toutes ces divisions ont un caractère d'intégrité
» qui exclut de leur formation le concours d'actions autres que
» celles de la cristallisation ou de la sédimentation purement aqueuse.
» Mais, puisque les dolomies sont interposées d'une manière régu-
» lière et à plusieurs reprises entre ces couches nullement méta-
» morphiques, elles ont nécessairement une origine aqueuse comme
» leurs congénères, et, pour faire admettre le contraire, il faudrait
» commencer par expliquer de quelle manière les vapeurs magné-

(1) M. H. Emmerich (*Uebersicht über die geogn. Verhältn. süd Tyrols*, 1846) donne la série suivante, de haut en bas à partir des dolomies jurassiques qui surmontent le tout : 1° calcaire supérieur avec coraux et brachiopodes, et dans lesquels, suivant Fuchs, se voient les fossiles de Saint-Cassian, à Sotto di Sasso (8000 pieds d'altitude); 2° couches de Saint-Cassian se liant au grès suivant ; 3° couches à *Halobia*, grès noirs et schistes calcaires (ancienne grauwacke), lias (Klipstein), dépôt de Wengen (Wissmann), grès doléritique (Fuchs) ; 4° calcaire avec *Hornstein-führender*, petit dépôt local observé par Fuchs ; 5° calcaire à Posidonomyes ou couches à *Trigonia vulgaris*, *Terebratula trigonella*, *Gervillia socialis*, *Encrinites liliiformis* de Recoaro ; 6° grès rouge.

» siennes auraient traversé toutes ces masses dont la puissance
» s'élève à plusieurs centaines de mètres, en ne s'arrêtant que dans
» quelques couches privilégiées, sans laisser de traces de leur pas-
» sage dans les autres. Il faudrait encore faire comprendre comment
ces mêmes vapeurs auraient pu pénétrer au travers de bancs sou-
» vent très compactes, de manière à choisir ceux pour lesquels elles
» avaient quelque affinité, tandis que la pression est, relativement à
» la vaporisation, un obstacle dont on connaît maintenant l'influence
» dans les phénomènes géologiques. »

La présence de la magnésie ayant aussi été constatée dans des assises du trias de l'Allemagne où aucune trace d'action ignée n'a pu être observée, il n'y a donc, dit M. Fournet, aucune nécessité d'invoquer la vaporisation de la magnésie dans la formation des dolomies du Tyrol, dont les caractères sédimentaires sont semblables à ceux des dolomies de l'Allemagne analysées par M. Gmelin. Rien n'empêche également que les mêmes causes aient produit des dolomies sédimentaires dans d'autres périodes, comme après le calcaire rouge jurassique de Trente. On peut, continue l'auteur, se rendre compte de l'état fendillé, caverneux, cristallin de ces mêmes dolomies du Tyrol, de leur aspect bizarre et déchiqueté, sans avoir recours à l'influence d'actions ignées ou métamorphiques. Ce sont les résultats du retrait de la masse pendant sa consolidation, retrait plus prononcé sur les grandes assises que sur les petites, puis d'érosions aqueuses.

Les roches éruptives, qui ont joué un rôle dont on doit tenir compte, sont divisées par l'auteur en trois groupes qui, suivant leur ancienneté, sont les porphyres quartzifères, les roches amphiboliques et les mélaphyres ; et, après avoir examiné successivement leurs caractères, leur âge et leurs relations, il trouve que, si l'on réunit tous ces gisements par la pensée, ils ne constituent en réalité qu'un point, comparativement à la vaste étendue des dolomies stratiformes. Or, rien ne démontre que des vapeurs puissent cheminer à travers des roches sur plusieurs dizaines de lieues, et l'influence directe des mélaphyres, les dernières arrivées au jour, et qu'en Auvergne on appellerait des basaltes et des dolérites, ne s'est pas même étendue à quelques centimètres de leur contact.

A l'Altissimo, dans le massif du Monte-Baldo, M. Fournet a constaté qu'à 6 mètres de distance de la roche ignée les calcaires oolithiques n'avaient subi aucune altération. A Cognola, au dessus de Trente, la roche éruptive traverse le calcaire rouge sans que la

texture et la teinte de ce dernier aient été le moins du monde altérées. Les dolomies de Santa-Agata attribuées à ces influences ne sont que le prolongement des couches régulières qui, plus loin, recouvrent le calcaire rouge, et ce cône ne doit sa disposition isolée qu'à des érosions diluviennes. Au-dessus du village de Martignano, un puissant filon de mélaphyre a soulevé les calcaires rouges placés à gauche, au-dessus des calcaires nummulitiques que l'on voit à droite, et, malgré l'intensité de cette action, ni les bancs calcaires qui touchent le mélaphyre ni même les blocs qui y sont empâtés ne manifestent une action sensible. La dolomie la plus voisine, déjà à une assez grande distance, occupe sa position normale par rapport au calcaire rouge.

Au mont Bufauro, en face de Vigo, les caractères négatifs de l'action du mélaphyre sur les grès et les marnes sont absolument les mêmes, comme aussi à Moëna, à Campitello et à Cipit. Dans le haut de la vallée du Duron, où les circonstances semblaient devoir être bien plus favorables encore aux effets du métamorphisme supposé, les calcaires de la grande assise reposent, de la manière la plus nette, sur le mélaphyre, qui y a même poussé de gros filons et en a enveloppé des blocs, sans que la roche sédimentaire ait éprouvé la moindre altération. On conçoit bien que certaines circonstances locales aient pu annuler cette action supposée; mais, lorsque c'est le fait général, il faut admettre, dit le savant professeur, que les dolomies stratifiées du Tyrol sont, comme celles du trias de France et d'Allemagne, le résultat de dépôts sédimentaires qui ont encore aujourd'hui leur composition normale primitive.

Bien que les paragraphes suivants se rattachent plus particulièrement au trias, nous devons les placer ici pour disculper M. Fournet du reproche qu'on pourrait, sans cela, lui adresser de n'avoir point cité les faits en opposition avec ceux que nous venons de rappeler et qui sont favorables à l'hypothèse du métamorphisme. Ainsi le trias à Cavalèse et à Moëna, dans la vallée de Fassa, montre ses caractères ordinaires; mais à Predazzo, situé entre ces deux points, et dont les roches, malgré leurs dislocations, se lient évidemment à celles de ces deux localités, on voit, le long des rampes du Canzocoli, du Tovo del Gaggio et du Tovo di Vena, la syénite qui a dérangé les grès et la grande assise du muschelkalk au-dessus. Ce calcaire dolomitique semble plonger dans la masse syénitique, qui en enveloppe aussi des fragments, et alors les caractères ordinaires ont complétement disparu. Des marbres blancs, durs, translucides,

largement cristallins, ont remplacé les calcaires compactes jaunâtres ou grisâtres, quelquefois veinés de gris, et désignés par M. Petzholdt sous le nom de *Predazzite*(1), substance qui n'est autre que le résultat de la fusion du calcaire déjà magnésifère. A cette modification générale de la masse se joignent des phénomènes locaux, tels que la présence de matières serpentineuses dans le calcaire au contact de la serpentine de Canzocoli, l'introduction de l'amphibole et même la formation d'idocrase, substance qu'on sait se produire facilement dans les laitiers des hauts fourneaux et les creusets brasqués.

Au Tovo del Gaggio, comme dans le Tovo di Vena, les grès et les marnes ont été modifiés par la syénite et sont devenus durs, compactes, jaspoïdes, fendillés, pénétrés d'épidote, d'amphibole, d'ouralite, etc. Au Monte-Mulatto, à l'angle formé par les vallées du Taviglia no et de Fassa, la syénite, en filons énormes, a produit des changements analogues. Il en est de même au Monte-Mulazzo, qui forme le troisième côté du cirque de Predazzo; mais, dès qu'on s'éloigne du centre des éruptions syénitiques, tous ces phénomènes disparaissent. Ainsi, ces diverses circonstances portent à attribuer aux syénites les effets assignés aux mélaphyres, et cela sans doute parce qu'on avait pris pour ces derniers les marnes noires passées à l'état de jaspe. De Buch, en rattachant aux calcaires de Predazzo devenus cristallins tous les calcaires subcristallins sédimentaires de la contrée, a cru aussi retrouver les mélaphyres dans les marnes cuites devenues noires et jaspoïdes. De plus, les mélaphyres altérés prennent une teinte rousse comme les porphyres, ce qui a contribué à faire réunir les porphyres rouges quartzifères aux porphyres pyroxéniques et à donner une si grande extension à la cause métamorphisante.

Les assises 9 et 10 de la série donnée par M. Fournet ne sont point regardées par de Collegno (2) comme appartenant au trias. Leur épaisseur est de 600 à 700 mètres, et leurs fossiles abondants représenteraient des types jurassiques, depuis ceux du lias jusqu'à ceux de l'étage de Portland. Les faits que nous venons de rapporter

---

(1) M. Damour (*Bull.*, 2e série, vol. IV, p. 1050, 1847), ayant examiné de nouveau la predazzite d'après des échantillons recueillis par M. Fournet, a conclu de ses recherches que cette substance ne devait pas former une espèce minérale particulière, mais qu'elle constituait seulement un calcaire avec un mélange d'hydrate magnésique.

(2) *Bull.*, 2e série, vol. IV, p. 576, 1847.

résulteraient du passage à la dolomie fendillée de ces calcaires compactes, réguliers et fossilifères, et l'auteur aurait pris l'exception pour la règle. Les dolomies blanches, cristallines, passant vers le haut à des calcaires blancs, compactes, veinés de dolomie, observés à Santa-Agata, ne seraient encore qu'un phénomène local.

Nulle part, continue de Collegno, on ne voit d'assises régulières de dolomie entre le calcaire blanc et le calcaire rouge; seulement, le premier est remplacé par une dolomie qui représente celle de Santa-Agata; aussi rien n'est-il mieux prouvé, suivant lui, que l'interposition normale, dans les Alpes Vénitiennes, des dolomies parmi d'autres roches offrant tous les caractères d'une origine purement aqueuse. Quant aux calcaires gris (assise n° 5 de M. Fournet), qui doivent être inférieurs au calcaire rouge, ils sont jurassiques, comme ce dernier. Enfin, il ne pense pas qu'on puisse établir en Italie des divisions correspondant par leurs fossiles avec celles du nord de l'Europe. Les dépôts des mers jurassiques du sud se seraient faits dans des conditions différentes de ceux du nord-ouest, et les caractères paléontologiques des uns ne doivent pas se trouver dans ceux des autres.

Nous croyons de notre côté que cette partie de la géologie des Alpes est encore peu avancée, et que, sans prétendre qu'on doive y retrouver des subdivisions parfaitement comparables à celles du nord, tout porte à supposer qu'il y existe une série organique conforme aux lois générales. Si la succession de ses divers termes n'a pas encore été constatée, elle devra l'être par suite d'études plus approfondies et plus suivies que celles que nous possédons.

Recherches de M. A. Favre

Les roches métamorphiques et les roches stratifiées non fossilifères constituent dans les chaînes extérieures du Tyrol, dit M. A. Favre (1), un ensemble mal limité, parce que dans leurs parties inférieures elles passent aux roches cristallines, et dans leur partie supérieure aux couches de sédiment fossilifères. Mais rien ne prouve que ces roches métamorphiques soient de l'époque secondaire, quoique celles du Valais qui leur ressemblent aient présenté des grenats avec des Bélemnites (2).

(1) *Notice sur la géologie du Tyrol allemand et sur l'origine de la dolomie* (*Bibl. univ. de Genève*, mars 1849). — *Bull.*, 2ᵉ série, vol. VI, p. 318, 1849. — *Compt. rend.*, vol. XXVIII, p. 364, 1849.

(2) Voy. de Charpentier et Lardy, *Essai sur la constitution géognostique du Saint-Gothard* (*Mém. Soc. helvét. des sc. natur.*,

Le long de la route de Klausen à Saint-Cassian on voit le porphyre rouge quartzifère du village de Saint-Peters supporter le grès rouge, qui en proviendrait, d'après de Buch, et sur celui-ci apparaissent, aux environs de Castelruth, des couches rapportées au trias, mais dont les relations et les caractères sont obscurcis par le voisinage des porphyres noirs pyroxéniques. Des tufs pyroxéniques qui alternent avec ces couches présumées triasiques les ont altérées en y introduisant des éléments d'origine ignée. Néanmoins on trouve généralement au-dessus du grès rouge le muschelkalk compacte avec des rognons ou nids revêtus d'un enduit verdâtre qui ressemble à du pyroxène décomposé et renfermant des fragments de ce même minéral. Plus haut viennent les couches fossilifères dites *de Saint-Cassian*, dans la localité de Steurs, située à deux heures de marche au sud du village de ce nom.

Comme celles de la Suisse, les dolomies du Tyrol occupent deux gisements distincts. Dans le premier, elles sont en masses accompagnant les roches plus ou moins cristallines et généralement voisines des roches ignées; dans le second, elles sont en couches formant presque à elles seules les deux chaînes latérales des Alpes de l'Autriche et redressées de part et d'autre vers la chaîne centrale.

De Buch, avons-nous dit, croyait les porphyres pyroxéniques postérieurs aux roches secondaires qu'ils traversent, mais M. Favre pense que ces éruptions ont commencé dès la période du muschelkalk, puisqu'il existe des produits de cette nature qui sont contemporains de ce groupe et d'autres plus récents que les dolomies stratifiées. La superposition des dolomies aux mélaphyres se voit sur beaucoup de points (ravin de Pufl, Solat-Spitz au Langkogl), et les roches pyroxéniques auraient même fourni des éléments au muschelkalk (près de Saint-Cassian, au col de Colfosco, etc.). De plus, les éruptions étaient sous-marines, comme le prouvent les conglomérats pyroxéniques stratifiés de la Seisser-Alp et les alternances de tufs pyroxéniques et de calcaires magnésiens.

Les dolomies secondaires du Tyrol ne sont pas métamorphiques en tant qu'elles n'ont pas été altérées depuis leur formation. Les couches des montagnes auraient été, dès leur origine, composées d'un carbonate double de chaux et de magnésie, déposé au fond des eaux sans qu'il ait été ultérieurement altéré par des vapeurs magné-

---

vol. I, p. 241, 1833. — Studer, *Mém. Soc. géol. de France*, vol. I. 2e série, p. 308, 1846.

siennes. L'auteur s'appuie sur les recherches de M. Haidinger, exposées par M. de Morlot, et sur les expériences de M. Marignac (1).

Pour former de la dolomie, il faut, suivant ce dernier, du calcaire, du sulfate de magnésie et du chlorure de magnésium, une température de 200° et une pression de 15 atmosphères. Or ces circonstances ont pu se trouver réunies au fond des eaux où se déposaient les roches secondaires du Tyrol. L'acide sulfureux qui accompagnait la sortie des roches ignées sous-marines aura dû agir sur les produits magnésiens de ces éruptions, d'où sera résulté du sulfate de magnésie soluble. La température de 200 degrés dans les eaux où ces éruptions avaient lieu se conçoit très bien, ainsi que la pression de 15 atmosphères exercée par la masse liquide, de sorte que toutes les conditions exigées pour la formation de la dolomie auraient pu se rencontrer sans qu'il se passât rien d'extraordinaire dans la nature.

On peut faire remarquer cependant que l'auteur, qui prouve la présence du carbonate de chaux dans ces eaux par l'existence de nombreux polypiers, de crinoïdes et d'Huîtres au milieu de ces mêmes dolomies, ne démontre pas comment ces animaux ont pu vivre et se reproduire dans un liquide chauffé à 200°, soumis à une pression de 15 atmosphères et dans lequel se passaient de semblables phénomènes chimiques. L'application de l'expérience de laboratoire de M. Marignac serait soumise à la même objection ; et, quant à ce que le temps est fonction du plus ou moins d'énergie des résultats, cela se conçoit dans toutes les hypothèses.

L'état caverneux des dolomies, regardé par M. Élie de Beaumont comme provenant de la différence des volumes atomiques de la magnésie et de la chaux, et prouvant que la dolomie est un calcaire altéré dans lequel un atome de chaux aurait été remplacé par un atome de magnésie, de même que l'expérience de M. de Morlot qui tend à démontrer que ces vides de la dolomie représentent exactement la différence de volume des atomes de chaque substance, sont expliqués par M. Favre, qui conçoit un état intermédiaire entre la précipitation directe et immédiate des roches à l'état de dolomie, et celui où elles auraient acquis cette composition à une époque plus ou moins éloignée de leur dépôt originaire. Ce serait, suivant lui,

(1) *Compt. rend.*, 6 mars 1848. — *Arch. de la Bibl. univ. de Genève*, avril 1848.

« au fur et à mesure que le calcaire se précipitait sous une forme
» plus ou moins pulvérulente, qu'il était changé en dolomie, et
» cette espèce de métamorphisme du calcaire, qui a eu lieu peu
» après sa formation, rend bien compte de la cavernosité des dolo-
» mies et laisse comprendre leur stratification. »

Nous citons les propres expressions du savant géologue de Genève, parce qu'il nous semble, si nous les avons bien comprises, qu'elles impliquent elles-mêmes contradiction. Si, en effet, le changement se faisait *au fur et à mesure* que les sédiments se précipitaient sous forme pulvérulente, il n'y a pas de raison pour que ces roches, sous une pression de 15 atmosphères, ne soient pas à l'état compacte, ou bien ce ne serait donc pas *peu après*, mais *dans le même temps*, que le carbonate de chaux se précipitait, et les sédiments ne pouvaient pas être encore à un état bien solide. S'ils étaient au contraire à cet état, si des générations de polypiers, d'Huîtres, de crinoïdes, etc., s'y sont succédé, c'était donc longtemps après le dépôt, et alors l'hypothèse est détruite. Quant aux animaux qui peuvent vivre dans des lacs plus ou moins salés, c'est un fait cité à l'appui de son hypothèse par M. Favre et qu'il faudrait étudier avant d'en étayer une théorie ; c'est ce qui se passe d'ailleurs dans les salines abandonnées, dans les eaux saumâtres, à peu de profondeur et à la température ordinaire, mais qui ne s'applique ni aux polypiers, ni aux crinoïdes qni ne vivent pas dans ces conditions. En outre, les alternances de produits ignés et de dolomie exigent, d'après la théorie proposée, la permanence d'une température très élevée et d'une pression considérable, qui se seraient opposées au développement de la vie.

L'auteur dit, il est vrai (p. 28), que la transformation n'avait lieu que lorsque le précipité calcaire atteignait une certaine profondeur ; mais il fallait ensuite que cette profondeur diminuât de nouveau, que la température redevînt supportable pour que la vie animale fût possible pendant un certain temps, enfin que les circonstances de hautes températures et de pressions se reproduisissent, et cela autant de fois qu'il y a d'assises dolomitiques distinctes.

M. Favre trouve la preuve de sa manière de voir dans la proximité des roches pyroxéniques, ce qui n'empêchait pas leur influence de s'étendre au delà, puisque la chaîne secondaire, au nord de la chaîne centrale, est également dolomitique. Il n'y a pas eu, à la vérité, d'éruptions dolomitiques de ce dernier côté ; mais la

chaîne granitique centrale n'existant pas alors, la même mer couvrait les surfaces occupées aujourd'hui par les chaînes secondaires latérales.

Enfin, de la décomposition du sulfate de magnésie par le carbonate de chaux, il a dû résulter du sulfate de chaux qui, d'abord précipité à chaud, se trouvait à l'état anhydre, et plus tard aura donné lieu aux gypses, si fréquents dans les Alpes.

M. Alex. Beschoff et M. Trinker (1), après des recherches sur lesquelles nous reviendrons ailleurs, ont observé, de Casanova à Primör et de Lewis à Schio, des calcaires en dalles, dont les bancs inférieurs sont gris, et un calcaire rouge dont les fossiles n'ont pas été déterminés. Ces couches s'étendent de Roveredo, vers Ala, jusqu'au point le plus élevé du Monte-Baldo. Plus au N.-E., ce système est surmonté de calcaires rouges et blancs avec silex, *Terebratula diphya*, des Ammonites et des Nautiles du groupe néocomien ou *biancone*, des schistes lithographiques de Trente, etc. Si la position, au-dessus des *couches de Saint-Cassian*, des bancs qui renferment les fossiles du groupe oolithique moyen (*Ammonites athleta*, *Hommairii* et *anceps*) avec la *Terebratula diphya* est bien constatée (2), il ne paraît pas qu'il en soit encore de même relativement aux grandes assises dolomitiques du pays.

Observations de M. B. Cotta.

Dans un travail fort intéressant sur les environs de la vallée de Fassa, M. B. Cotta (3) a donné une coupe de Ratz au sommet du mont Schlern, à 7600 pieds d'altitude, et qui montre de bas en haut la série des assises suivantes :

1. Grès rouge sur lequel est bâti Ratz.
2. Calcaire gris en lits minces, avec *Myacites fassaensis*, etc., représentant le muschelkalk. Il est, comme le grès sous-jacent, traversé en divers sens par des filons de mélaphyre, de même que dans le ravin de Saint-Ulrich à Seisser-Alp.
3. Terrasse formée de marne grise avec des lits calcaires subordonnés, des marnes solides et des grès. Ce sont les couches qui, sur l'Alp de Buchenstein, près du village de Saint-Cassian, renferment une faune si remarquable. Ici, comme à Colfosco et à

(1) *Berichte über die Mittheil. von Freunden*, etc., vol. II, p. 25, 1847.

(2) De Hauer et Fuchs, *ibid.*, p. 375, 1848.

(3) *Ueber die Umgebungen des Fassa-Thales* (*Neu. Jahrb.*, 1850, p. 129). — Voyez aussi : Lettre de M. Studer sur les Alpes du Tyrol (*Berichte über die Mittheil. von Freunden*, etc., de Haidinger, vol. V, p. 148, 1849).

Campidello, elles s'enfoncent sous la grande assise des dolomies ; et je ne puis, dit le savant auteur de la carte géologique de la Saxe, considérer ces couches autrement que comme un *facies* marin complet (*eine Ganz meerische Facies*) de notre Keuper de l'Allemagne (p. 130).

4. Masses dolomitiques s'élevant abruptement, et représentant aussi la formation jurassique de l'Allemagne. Mais à quel terme de la série ? Les fossiles manquent pour la réponse. Leur épaisseur de 2000 pieds vient ajouter à la difficulté de leur détermination par celle de coraux et de crinoïdes déformés et à l'état spathique ou cristallin. Sans admettre la transformation des calcaires en dolomies par l'influence des porphyres, le voisinage de ceux-ci paraît à l'auteur une circonstance remarquable.
5. Le plateau supérieur du Schlern ne présente plus de dolomies jaunes ou blanches massives, mais une dolomie rouge, stratifiée, de 50 pieds d'épaisseur, contenant du minerai de fer en grains avec de l'argile. Cette assise se voit aussi près de Buchenstein, à la hauteur du passage entre Cortina et Saint-Cassian, où le minerai de fer, plus abondant, est exploité par places. Des grès rouges et des conglomérats existent aussi entre les deux points que nous venons de signaler. Enfin, tout à fait au-dessus se voient encore des dolomies blanches, non stratifiées, ou des masses entassées de calcaires dolomitiques d'un blanc de neige avec des traces peu distinctes de corps lenticulaires (Nummulites ??), de sorte que les dolomies rouges pourraient appartenir au groupe néocomien.

M. Cotta termine son mémoire par une série de 34 propositions déduites de ses études sur les Alpes. Les propositions 26 à 32, qui se rattachent plus ou moins directement à notre sujet actuel, sont les suivantes :

Les roches stratifiées des Alpes se divisent pour lui en *grauwacke*, *grès rouge*, *calcaire alpin* et *mollasse*. Le calcaire alpin comprend les couches depuis le muschelkalk jusqu'à la craie ou bien leurs équivalents. Les strates correspondant à la grauwacke et au trias, et compris dans le calcaire alpin, ne se trouvent que dans les Alpes orientales. En Suisse, les roches cristallines stratifiées les plus basses seraient du lias. Le calcaire alpin est dans sa totalité composé de sédiments marins dont les limites peuvent difficilement être tracées. Ainsi les couches marneuses de Saint-Cassian et le calcaire à céphalopodes d'Hallstadt doivent être regardés comme les équivalents pélagiques des marnes irisées de l'Allemagne et peut-être même du lias. Le calcaire alpin du versant nord des Alpes orientales est caractérisé par des gisements de sel gemme, celui du versant

sud par des dolomies; enfin ces dernières ont été déposées comme des sédiments locaux de chaux carbonatée magnésienne, devenue plus tard cristalline par l'influence des agents ignés qui ont aussi fait disparaître la stratification.

Dans le tableau des terrains qu'il a donné, M. Cotta place les dolomies de Fassa en regard des calcaires de Gastlosen, du Stockhorn, et des schistes et calcaires du lias de la Suisse.

M. Studer (1), après avoir publié des observations faites en 1848 dans le Tyrol, a mentionné (2) à Trente, dans le val d'Arsa, à Belluno, etc., au-dessus de la dolomie, un calcaire gris ou blanc, oolithique vers le haut, et sur celui-ci, mais quelquefois reposant immédiatement sur la dolomie, un calcaire rouge avec des Ammonites, des Bélemnites et des *Aptychus* du groupe oolithique moyen. Près de Velo et de Campo-Fontana, aux sources de l'Illasi, la dolomie est encore surmontée de calcaire rouge avec les *Ammonites viator*, d'Orb., *tatricus*, Pusch, *Hommairii*, d'Orb., et *Chauvinianus*, id., de sorte que la grande masse des dolomies du Tyrol pourrait représenter les groupes 3 et 4 de la formation jurassique de ce pays.

§ 4. — Provinces vénitiennes.

Nous avons indiqué, au commencement de la section précédente, la disposition des couches jurassiques qui occupent une partie du versant méridional des Alpes Carniques, depuis le cours de l'Adige et le lac de Garde, à l'ouest, jusqu'aux bassins supérieurs de l'Isonzo et de la Wippach, qui descendent des Alpes Juliennes à l'est. Les provinces Illyriennes, proprement dites, appartenant au versant du Danube ou de ses affluents, la Save et la Drave, nous n'avons pas à nous en occuper ici. Les dépôts jurassiques qui, d'après les cartes que nous avons citées, s'étendent sur les parties élevées des montagnes, le long du pourtour de ce vaste amphithéâtre, n'ont été décrites avec quelques détails que dans la partie occidentale, entre la Piave et l'Adige.

A ce que nous avons déjà dit de la disposition des roches secondaires de ce pays (*antè*, vol. V, p. 77), nous ajouterons ce qui suit. D'après M. Pasini (3), la masse principale des Alpes Vénitiennes est

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1849, p. 364.

(2) *Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 133, 1851.

(3) *Richerche geologiche sull' epoca a cui si deve riferire il sollevamento delle Alpi Venete*, in-4, Padoue, 1831.

composée de plusieurs formations, dont la plus élevée est un calcaire jurassique très puissant et l'inférieure une série de grès et de calcaires plus anciens alternants. Au-dessous apparaissent, dans les vallées les plus profondes, les micaschistes traversés par d'innombrables filons de dolérite. Partout où l'on voit le *grès rouge ancien* (grès houiller de l'auteur), non-seulement il repose sur le micaschiste et la dolérite, mais encore il renferme des fragments de ces deux roches. Ainsi la plus grande partie des dolérites était arrivée au jour avant les dépôts secondaires ; mais cette roche a continué à pousser des filons pendant le trias, devenant de plus en plus rare, de manière à cesser tout à fait de se montrer dans la série jurassique, où l'on voit seulement percer les porphyres pyroxéniques beaucoup plus récents.

Tous les sédiments antérieurs aux couches jurassiques constituent un ensemble non interrompu de grès et de calcaires alternants ; les roches jurassiques, au contraire, forment une série distincte, épaisse et fort étendue, de calcaires purs sans mélange de grès. Dans la première période, cette circonstance est en rapport avec l'apparition des filons doléritiques et une succession de repos et de révolutions ; dans la seconde, les calcaires jurassiques se sont formés tranquillement d'une manière continue.

Les derniers, sans mélange d'autres roches, passent graduellement à une véritable dolomie, et l'on ne peut attribuer à celle-ci une origine différente du calcaire, ou la regarder comme ayant été produite par une action ultérieure. On doit considérer toutes les parties, cristallines ou non, comme les éléments contemporains d'un même dépôt. La magnésie se trouve d'ailleurs également dans le muschelkalk et le zechstein, d'où sortent les eaux acidules de Recoaro qui en contiennent.

M. Pasini n'a reconnu, dans le calcaire jurassique, aucune trace de soulèvement qui fût antérieur au grès vert ou à la *scaglia*. La régularité et l'horizontalité frappantes de toutes les couches dans les Alpes Vénitiennes lui font penser que le calcaire jurassique est encore aujourd'hui à la hauteur où il fut déposé, et qu'il n'a point été dérangé de sa situation première. La plus grande élévation qu'atteigne le terrain secondaire à son contact avec le micaschiste est de 600 mètres, point d'où il s'abaisse lentement vers la plaine. Le grès rouge qui recouvre les schistes cristallins a comblé en partie les inégalités de la surface, puis sont venus successivement les autres dépôts qui ont achevé le nivellement sans perturbations profondes.

Enfin, le calcaire jurassique a recouvert le tout, limité par une ligne presque droite, et avec une régularité de plus en plus grande dans sa stratification. Ainsi, l'auteur ne doute pas que toutes les roches secondaires de ces montagnes n'aient été déposées à leur niveau actuel sur une protubérance de micaschiste qu'avait soulevée la dolérite.

Dès 1819, le comte Marzari Pencati (1) avait émis des conclusions analogues pour les montagnes de l'Avisio, et il avait fait voir que la disposition qu'affectaient le porphyre pyroxénique et les autres roches ignées, par rapport aux sommets des montagnes et dans les vallées préexistantes, était incompatible avec l'hypothèse d'un soulèvement. Le porphyre a produit seulement des dislocations locales. Telle est cette bande de porphyre pyroxénique qui, commençant dans la vallée del Agno, près Fongera, s'étend, en s'infléchissant, l'espace de 10 milles, jusqu'à Timonchiello, où il sort du calcaire jurassique comme un grand filon vertical, redressant quelques couches de la scaglia (mont Gombardo), traversant la Leogra, soulevant le grès vert et de nouveau la scaglia (Poleo, Guizze), pour pénétrer dans les terrains secondaires et plus anciens, et se terminer enfin contre une barrière de calcaire jurassique. Sur tous ces points, le redressement du grès vert et de la scaglia s'arrête à peu de distance de la masse porphyrique, et les altérations qu'elle a produites cessent plus près encore. Nulle part les effets du porphyre n'ont eu d'autres caractères et d'autres résultats. Ils sont comparables à ceux que les basaltes ont occasionnés dans les dépôts tertiaires du Vicentin. Non-seulement ces basaltes n'ont pas dérangé les montagnes secondaires au pied desquelles ils se sont tranquillement épanchés, mais encore l'horizontalité même du terrain tertiaire est altérée sur des espaces si restreints, qu'on peut les embrasser d'un coup d'œil.

Nous poursuivrons actuellement l'examen des autres travaux dont les couches jurassiques des provinces vénitiennes ont été l'objet, et cela en suivant l'ordre chronologique de leur publication, toute autre marche, géologique ou géographique, ne leur étant que difficilement applicable.

M. T.-A. Catullo (2), dont le nom se présente si souvent lorsqu'on traite de l'histoire naturelle de ce pays, a donné un Mémoire géognos-

(1) *Cenni geogn. sul Tirolo*, 1819.

(2) *Memoria geognost.*, *zool.*, etc., in-8, Padoue, 1834. — *Bibl. italiana*, août, sept., 1834, p. 272.

tico-géologique sur quelques coquilles fossiles du calcaire jurassique qui affleure près du lac de Santa-Croce, sur le territoire de Belluno. M. Pasini (1) ayant mis en parallèle le calcaire rouge à Ammonites des provinces vénitiennes et les marnes rouges, également avec Ammonites, de la Lombardie, M. Balsamo-Crivelli et M. de Filippi ont rapporté ces dernières au lias. Mais, en considérant la grande épaisseur du calcaire oolithique dans cette même partie des Alpes, et en remarquant que les marnes rouges leur sont constamment superposées, il ne semble pas à M. Pasini que celles-ci puissent être placées sur l'horizon du quatrième groupe jurassique.

M. Catullo (2) est aussi revenu sur une première description qu'il avait donnée du mont Spitz, situé au sud de Recoaro, et qui a pour base le micaschiste surmonté d'une série de grès et de calcaires rapportés au grès rouge, au zechstein et au trias. Il signale la troisième assise de grès qui représente les marnes irisées comme se liant intimement vers le haut au calcaire jurassique, dont la stratification est peu distincte. Ce dernier occupe le sommet des montagnes, et il est souvent changé en dolomie. Le calcaire rouge à Ammonites des Sette Comuni, suivant le même observateur (3), appartiendrait à la partie la plus basse de la formation crétacée, et serait par conséquent inférieur à la scaglia, comme le pensait M. Pasini dès 1832, et comme il l'admit lui-même en 1839. M. de Zigno (4) ayant rapporté au lias un ensemble de roches placé dans les Alpes du Bellunais, entre les marnes irisées et les calcaires jurassiques, M. Catullo (5) a annoncé la publication prochaine des fossiles du lias du Bellunais, qu'il avait déjà mentionnés.

Dans l'ouvrage de M. W. Fuchs (6), les vraies relations des couches secondaires qui nous occupent semblent avoir été trop souvent méconnues pour que ce travail, fort important à d'autres

---

(1) *Atti della secunda riun. degli scienz. italiani*, in-4, p 113 1840.

(2) *Lettera al conte C. Salina* (*Nuov. ann. delle sc. natur. di Bologna*, vol. VI).

(3) *Riun. degli sc. ital. in Padova*, in-4, 1842, séance du 23 septembre. — *Bull.*, 2ᵉ série, vol. I, p. 525, 1844.

(4) *Bull.*, 2ᵉ série, vol. II, p. 356, 1845.

(5) *Ibid.*, vol. IV, p. 254, 1846. — *Ann. des sc. natur. de Bologne*. — *Bibl. italiana*, etc.

(6) *Die venetianer Alpen*, in-4, 1 carte géologique en 7 feuilles, 18 planches de coupes, Soleure, Vienne, 1843.

égards, puisse nous être fort utile ici. M. A. de Zigno (1) a signalé, sous les calcaires crétacés à *Crioceras* des monts Euganéens, des couches jurassiques caractérisées par l'*Ammonites tatricus*, l'*A. biplex* et l'*A. annulatus*. D'un autre côté, le même géologue serait porté à admettre, dans les Alpes vénitiennes, deux calcaires à Ammonites : l'un, supérieur, avec *Ammonites planulata*, *Terebratula diphya*, etc.; l'autre, inférieur, avec *Ammonites Walcotii* (*A. bifrons*, Brug.). L'incertitude où l'on est encore à ce sujet semble provenir du peu d'études spéciales auxquelles les fossiles ont été soumis et d'un grand nombre de failles. Nous ne reviendrons pas sur la discussion qui s'est élevée entre M. Catullo et M. de Zigno, et que nous avons déjà exposée (*antè*, vol. V, p. 85), discussion dans laquelle ce dernier géologue insiste pour la séparation bien tranchée du calcaire rouge à Ammonites d'avec le *biancone*.

M. G. Curioni (2) a admis que, dans la Lombardie, les roches se succédaient, de bas en haut, dans l'ordre suivant : 1° calcaire marneux rouge à Ammonites (3) ; 2° calcaire marneux quelquefois manganésifère ; 3° *biancone* alternant avec les bancs supérieurs du calcaire rouge à Ammonites (Solzago, Quadrivio d'Arzate, etc.) ; 4° marnes rouges et verdâtres ; 5° grès souvent nummulitique ; 6° marnes grises à fucoïdes alternant avec les grès. Cette série, que l'auteur considère comme normale, se trouverait être intervertie dans les montagnes dirigées N., S., qui sont entre les vallées de l'Adda et d'Imagna, là où le calcaire rouge à Ammonites occupe le sommet, et les grès avec les marnes la base de l'escarpement. Il en est de même au nord de Valmadrera, et il semble que, dans les grandes Alpes, il doive y avoir des renversements bien plus considérables, quoique les observateurs n'en mentionnent aucun.

On a déjà vu que la coupe du mont Spitz, au sud de Recoaro, avait été donnée par plusieurs géologues, entre autres par

---

(1) *Atti verbali della sezione di geologia della 8ª riun. degli sc. ital. in Genova*, 1846, par A. de Zigno, p. 47, Padoue, 1849.

(2) *Sui terreni di sedimento inferiore*, etc., Sur les terrains de sédiment inférieur de l'Italie septentrionale (*Mem. dell'I. R. Istituto lomb. di sc. lett. ed arti*, vol. II, 1855).

(3) M. Curioni dit que ce calcaire rouge du Bellunais contient encore des *Catillus*, mais ne prendrait-il pas ici la *scaglia rouge* pour le calcaire à Ammonites; et, d'un autre côté, si le *biancone* alterne avec les bancs supérieurs du calcaire rouge à Ammonites, il faut supposer l'absence du calcaire marneux (n° 2).

M. Catullo. La section de géologie du congrès de 1847 (1) l'a refaite en constatant de nouveau la position et les caractères du calcaire jurassique, en partie grenu, en partie dolomitique, qui couronne la série du trias, non-seulement de cette montagne, mais encore de toutes les hauteurs qui environnent Recoaro. Les filons de porphyre et de mélaphyre, fréquents dans le pays, traversent le micaschiste et le trias sans pénétrer dans les assises jurassiques. Le plateau des Sette Comuni a pour base de puissantes masses calcaires, en grande partie dolomitiques. Les bancs, presque horizontaux, sont largement ondulés, et coupés par des filons subverticaux. Vers le haut, la roche, moins magnésienne, passe au compacte et renferme des lits minces, rougeâtres ou sub-oolithiques, ainsi que des alternances de calcaire compacte oolithique avec des Cames ou Dicérates, des Nérinées ou Turritelles, etc. A la partie supérieure du plateau règne le calcaire rouge à Ammonites.

Près de Riozzo, une autre série de couches blanchâtres, terreuses, avec des silex pyromaques, *Crioceras Duvalii*, *Ammonites incertus*, *subfimbriatus*, *Astierianus*, *Terebratula triangula*, représente le *biancone* ou étage néocomien inférieur. Au nord de Riozzo, sous les calcaires à Turritelles et à Dicérates, un calcaire gris, compacte, un peu argileux, renferme des fougères (*Neuropteris*) et un *Lycopodium* qui rappellent la flore de l'Oxford-clay. Toute la portion de la vallée qui descend du Buzo de la Frenzena jusqu'au point où le torrent qui la parcourt se jette dans la Brenta, près de Valstagna, est profondément entaillée presque verticalement dans la formation jurassique, et surtout dans la masse dolomitique, qui acquiert une grande épaisseur en cet endroit.

Sir R. Murchison (2) a donné une coupe qui s'étend de la plaine de Venise aux Sette Comuni, pour montrer les relations du calcaire rouge à Ammonites assimilé à l'étage d'Oxford avec le *biancone*, ainsi qu'une autre coupe au nord de Possagno.

Dans un travail que nous avons eu occasion de mentionner (*antè*,

(1) *Nono congresso degli scienzati ital. in Venezia*, septembre 1847 (*Actes de la section de géologie*, par M. L. Pareto, p. 35 et 45, Gênes, 1853).

(2) *On the structure of the Alps*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 218, 1849. — *London, Edinb. and Dublin, philos. Magaz.*, mars 1849).

vol. V, p. 92), M. A. de Zigno (1) a consigné des observations faites entre le Tagliamento à l'est, le Tyrol et la Carinthie au nord, le cours de l'Adige à l'ouest, et au sud la plaine alluviale du Pô. Au nord du Tagliamento, dans la première partie de son cours qui est dirigé O., E., sont des dépôts rapportés au trias (grauwacke de de Buch, 1824). Au sud il y a des calcaires plus récents.

Sur cette rive gauche du fleuve il y a des grès micacés, des schistes argileux et une puissante assise arénacée, avec du gypse, des calcaires magnésiens et bitumineux, quelques couches de charbon contenant et renfermant l'*Avicula socialis* et la *Terebratula vulgaris*. Dans la partie septentrionale du Frioul, le trias continue à se montrer sous les bancs jurassiques jusque dans les vallées qui entourent les sources de la Piave. Les strates arénacés inférieurs ont une grande puissance et reposent sur le micaschiste, base plus ou moins apparente de toutes les montagnes de la Lombardie, de la Vénétie et du versant septentrional de ce grand contre-fort des Alpes du Tyrol et de la Carinthie.

Si l'on descend au sud de la vallée de la Boite, le micaschiste et le trias disparaissent sous les assises jurassiques jusqu'au bassin de Belluno, tandis que dans les vallées de Zoldo et du Cordevole, affluents de la rive droite de la Piave, on les observe encore comme dans les districts d'Agordo, de Primiero, jusqu'à la Valsugana, et au bassin de Trente, sur une ligne dirigée N.-E., S.-O., perpendiculairement à l'inclinaison générale des terrains stratifiés du pays qui est au S.-E.

Tous les massifs placés au nord de cette ligne montrent une prédominance marquée des formations anciennes, ordinairement bouleversées par le granite et les porphyres, ramifications de ceux du Tyrol, ainsi que par les mélaphyres, tandis qu'au sud s'élève le grand massif ou contre-fort alpin, composé des formations jurassique, crétacée, tertiaires inférieure, moyenne et peut-être supérieure. Tous ces systèmes de couches sont concordants, ainsi que le disait sir R. Murchison dès 1829. Cette concordance se manifeste même dans les endroits les plus bouleversés par les roches éruptives et se poursuit jusqu'au micaschiste. L'îlot triasique de Recoaro, soulevé par

(1) *Coup d'œil sur les terrains stratifiés des Alpes lombardes* (*Naturwiss. Abhandl.*, etc., vol. IV, 1re partie, Vienne, 1850, 1 pl.). — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VI, p. 422, 1850).

les dolérites, au milieu de la région jurassique du Vicentin, le fait voir également bien.

La limite sud des micaschistes et du trias en Tyrol s'étend du bassin de Trente, le long de la Brenta, dans la Valsugana, puis à travers le canal de San-Bovo, la vallée de Cismon, celles du Mis, du Cordevole, du Maé, de la Boite et dans la partie supérieure du Cadore, où elle tourne à l'E. pour suivre la rive gauche du Tagliamento.

Les roches jurassiques qui règnent au delà constituent souvent la partie élevée des montagnes; mais le fond des vallées met toujours à découvert les roches plus anciennes, comme dans celles de Fiemme, de Travignolo, de San-Pellegrino, de Livinolongo et de Saint-Cassian, où partout l'on trouve les fossiles du trias, ce qui diminue l'extension donnée à la formation jurassique sur la carte de M. de Dechen et sur celle de M. de Morlot.

Les profondes vallées qui coupent, suivant plusieurs directions, les montagnes du Bellunais permettent d'observer l'étendue de ces dépôts, ainsi que leur concordance avec ceux qui les ont recouverts. Les masses jurassiques qui forment les crêtes des hautes montagnes du Tyrol, du Bellunais, du Cadore et du Frioul, descendent en effet jusqu'au fond des vallées de la Piave et de la Brenta, se prolongeant jusqu'aux collines crétacées et tertiaires avec lesquelles s'effacent peu à peu les éminences qui bornent au nord la plaine de Venise.

Au-dessus du trias, continue M. de Zigno, il y a, sur plusieurs points de cette partie des Alpes, des schistes argileux bruns ou verdâtres avec un calcaire gris bleuâtre, traversé de veines spathiques, qui paraît représenter le lias. L'absence de fossiles ne permet pas de se prononcer à cet égard dans le Cadore, le Bellunais et le Tyrol. Ces couches manquent dans les vallées supérieures de la Piave, de la Brenta, de l'Astico, de l'Agno et de l'Adige, et, sous les premiers bancs que l'auteur rapporte à l'oolithe inférieure, sont des alternances de calcaires compactes et cristallins. Ces couches se seraient déposées entre la période des marnes irisées et celle de l'étage inférieur du troisième groupe oolithique, puis elles auraient été modifiées par les agents ignés. Cependant les roches triasiques en contact ne sont pas altérées, et le fait est général pour tous les bancs sédimentaires de ces montagnes, qui se trouvent placés entre le micaschiste et ce même calcaire cristallin. Il faut en excepter tou-

tefois le contact immédiat des produits ignés sur certains points; mais, dans ce cas, les effets sont toujours extrêmement limités.

Les calcaires cristallins sont recouverts de calcaires oolithiques alternant souvent avec un calcaire gris compacte, puis de brèches calcaires. Les fossiles, toujours rares dans les calcaires cristallins et oolithiques, sont plus fréquents dans les calcaires gris, jaunâtres et rougeâtres subordonnés, et rappellent les formes de l'étage oolithique inférieur de l'Angleterre, de la France et de l'Allemagne. Plus haut viennent les couches grises coquillières et celles qui renferment les empreintes de plantes de Rotzo, dans les Sette Comuni. M. de Zigno rapporte cependant encore ces couches à l'oolithe inférieure.

Une marne alternant avec des strates gris cendré qui renferment les *Terebratula ornithocephala* et *bullata*, appartiendrait à la grande oolithe (oolithe moyenne de l'auteur); puis viennent successivement : 1° un marbre lumachelle blanc, jaune et rouge, ressemblant à celui d'Arzo (Lombardie) où se trouve la *Terebrotula ornithocephala*, mais qui dans toutes les montagnes ne renferme pas de fossiles bien déterminés ni constants; 2° le calcaire rouge, blanc ou gris, appelé *calcaire à Ammonites* à cause de l'abondance de ces fossiles.

« Dans le bassin de Trente, dit M. de Zigno (p. 6), dans les » montagnes qui bordent les vallées par où descend l'Adige dans le » bassin de Roveredo, dans les hautes montagnes du Véronais, dans » toute la grande masse calcaire des Sette Comuni et dans celle qui » depuis la rive gauche de la Brenta s'étend jusqu'au Bellunais et » au Frioul, on peut suivre partout cet horizon bien marqué par » ces fossiles, et, même dans le massif des monts Euganéens qui » surgit comme un îlot au milieu de la plaine et qui est éloigné de » 30 milles environ de la chaîne. Au milieu des bouleversements » produits par les trachytes et par les basaltes, je suis parvenu à » reconnaître la formation jurassique par la présence des calcaires » ammonitifères riches en fossiles.

» Les fossiles de ce banc nous dévoilent sa correspondance avec » les terrains oxfordien et corallien de l'Angleterre, et ne peuvent » être confondus avec ceux des autres calcaires rouges de l'Italie » qui ont été rapportés au lias. On y trouve en grande quantité » les *Ammonites anceps*, Rein., *athleta*, Phill., *viator*, d'Orb., » *Hommairii*, id., *Zignodianus*, id., *tatricus*, Pusch, *Cidaris* » *coronata*, Gold., *Ananchytes bicordata*, Lam., *Glypticus hiero-* » *glyphicus*, Ag., et dans les couches supérieures, les *Ammonites*

La coupe générale de cette petite région présente de bas en haut :

1° Grès rouge de la vallée de la Drave, semblable à celui de Seiss, entre Predazzo et Cavalèze, où il passe à une roche calcaire vers le haut du versant occidental. Il représenterait le grès bigarré.

2° Calcaire gris alternant avec les schistes marneux noirs, représentant les calcaires à Posidonomyes de la vallée de Fassa, et rapporté par de Buch au muschelkalk.

3° Marnes calcaires gris jaunâtre, avec des fossiles jurassiques. Ce sont les couches décrites par Fuchs dans les Alpes vénitiennes. Elles recouvrent le calcaire à Posidonomyes, entre la Piave et le lac de Garde. Le calcaire rouge à Ammonites, Bélemnites, Orthocératites, etc., n'a pas été observé à Jungbrunn, mais à une lieue et demie plus loin, près de Lienzer-Klause. Le même système de couches se retrouve, comme on vient de le voir, à Bleiberg, et ce calcaire rouge à Ammonites peut être mis sur l'horizon de celui d'Hallstatt et d'Aussee, parallèle aux couches de Saint-Cassian (trias supérieur).

4° Calcaire solide à grain fin, blanc jaunâtre, avec des polypiers, et qui, d'après les espèces qu'on y trouve, représenterait le groupe oolithique moyen. C'est le calcaire avec Astrées et brachiopodes de Fuchs, qui occupe un niveau constant dans les Alpes de la Vénétie.

Sur sa carte géologique de l'Europe centrale, M. de Dechen a colorié comme appartenant à la craie tout le massif des Alpes juliennes et dinariques qui bordent l'Adriatique et les îles nombreuses allongées dans le sens de la côte orientale ; mais nous avons déjà fait voir qu'une portion considérable du littoral devait être rapporté au groupe tertiaire nummulitique (*antè*, vol. III, p. 107), et les recherches de M. Lanza (1) ont justifié depuis ce que nous avions dit à ce sujet. Nous avons également exposé les caractères et la disposition de plusieurs systèmes de couches qui devaient être rapportés à la formation crétacée dans la Croatie et la Dalmatie (*antè*, vol. V, p. 93), et l'observateur que nous venons de citer a publié d'intéressants documents à cet égard. La carte géologique générale de l'empire d'Autriche (1845) montre cette dernière formation limitée au littoral proprement dit et aux îles adjacentes ; mais les montagnes qui forment la ligne de partage des eaux du Danube et de l'Adriatique jusqu'au bassin du Naro (Narenta) se-

(1) *Bull.*, 2e série, vol. XIII, p. 127, 1855.

raient jurassiques, et la limite des deux systèmes secondaires suivrait une ligne N.-O., S.-E., depuis les environs d'Idria et de Wippach en Carinthie par Pinguente, Gospich et Knin jusque non loin de Vergoraz. Telle est à peu près aussi la limite tracée sur la carte géologique de l'Europe de MM. Murchison et Nicol. De plus, on voit sur cette dernière la limite nord de la zone jurassique bordée par la craie dans sa partie sud-est jusque vers Novi, puis, en remontant au N.-O., par le terrain de transition et le terrain tertiaire inférieur ou plus récent jusqu'aux plaines du Danube qui s'étendent à l'E.

Suivant M. Lanza la formation jurassique est peu développée dans la Dalmatie, et le lias y manquerait complétement. Le petit nombre de fossiles que l'on y connaît caractériseraient certaines assises du groupe moyen (*Jura blanc*) qui occupent deux zones parallèles dirigées N.-O., S.-E.; l'une longeant les îles qui bordent la côte, l'autre suivant la chaîne des Alpes dinariques et les montagnes qui séparent la Dalmatie de la Croatie, de la Bosnie et du Monténégro.

Dans les montagnes de la côte septentrionale du canal de Cattaro est un calcaire tantôt blanc, compacte, sub-lithographique, tantôt rouge, sub-schisteux, employé pour le pavage. Sur d'autres points, les calcaires blancs schistoïdes rappellent ceux de Solenhofen en Bavière et renferment des empreintes de poissons. Telles sont les couches de Verbosca dans l'île de Lesina et celles du mont Lemesch près de Verlica. Les ichthyolithes de Lesina étudiés par M. Hekel (1) lui ont offert le *Pycnodus Muraltii* et le *Chirocentrites microdon*, regardés à tort, suivant M. Lanza, comme appartenant à la craie, et qui sont accompagnés de beaucoup d'autres espèces inédites. En effet, les assises marneuses de la même localité, qui recouvrent les calcaires schisteux à poissons, renfermeraient le *Pentacrinus basaltiformis*. Les roches supposées analogues à celles du mont Lemesch ont présenté d'abord l'*Ammonites fimbriatus*, fossile qui ne justifierait pas l'assertion négative de l'auteur par rapport au lias, puis les *Aptychus lamellosus* et *Hectici*, Quenst. Un calcaire compacte des environs du mont Dinara, près des embouchures de la Cettina, aurait aussi fréquemment offert l'*Ammonites communis*, espèce qui vient à l'appui de la remarque que nous venons de faire sur l'absence présumée du lias dans ce pays.

(1) *Beiträge zur Kenntniss der foss. Fische Oesterreichs* (*Denksch. d. K. Akad. d. Wissensch.*, Wien, 1850).

Nous ne possédons encore aucune donnée sur l'existence de la formation jurassique dans le grand appendice continental de l'Albanie et de la Thessalie, qui se termine par la péninsule du Péloponèse. Nous savons seulement que les calcaires de l'île de Corfou et de Vido, rapportés par le docteur Davy à la formation carbonifère, de même que les conglomérats à l'*old-red-sandstone*, sont jurassiques suivant M. Portlock (1). La roche, de la citadelle au fort Neuf et au fort Abraham, est un calcaire dont la stratification est peu distincte, traversé par des fentes verticales ; on n'y observe pas de fossiles. A la base de la citadelle le calcaire du cap Sidero est divisé en feuillets avec des silex. Dans les calcaires massifs de Vido sont des Térébratules et des Ammonites (*planulati*).

APPENDICE.

BREUNER. *Carte géologique de l'Esclavonie, de la Croatie et de la Styrie*, 1842?

ROSTHORN. *Zur Geognosie und Geologie der Sudöstlichen Alpen in Steyermark, Kaernten, und Krain* (*Neu. Jahrb.*, 1848, p. 434).

DE MORLOT. *Ueber die geologischen*, etc. Sur la constitution géologique de l'Istrie comparée à celle de la Dalmatie, et aux contrées environnantes de la Croatie, de la Carinthie inférieure et du cercle de Goerz (*Berichte ueber die Mittheil.*, etc., vol. II, 1848).

— *Geologische Karte*, etc. Carte géologique des environs de Leoben et d'Indernburg, 1 f., 1848.

— *Uebersicht*, etc. Coup d'œil sur la partie de la Styrie au sud de la Drave (*Berichte ueber die Mittheil.*, etc., vol. V, 1849).

— *Andeutungen*, etc. Indication sur la constitution géologique de la partie méridionale de la Styrie inférieure (*Ibid.*, vol. VI, déc. 1849).

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 1, p. 87. — *Proceed.*, *id.*, vol. IV, p. 355, 1844.

CHAPITRE IV.

FORMATION JURASSIQUE DE L'ITALIE CENTRALE ET MÉRIDIONALE.

Lorsqu'on jette les yeux sur une carte géologique de l'Italie, on voit que la distribution des couches rapportées à la formation jurassique dans la péninsule n'offre aucune connexion avec les dépôts que nous venons d'étudier sur le versant méridional des Alpes dont elles sont séparées par tout le bassin du Pô. On remarque également que les premiers affleurements qni sortent de dessous les roches nummulitiques ou plus récentes, dans la partie nord-ouest de la Toscane, se trouvent précisément sur le prolongement des masses du même âge que nous avons décrites dans le comté de Nice. C'est encore au sud-est, dans les États de l'Église et le royaume de Naples, que s'alignent suivant l'axe des Apennins, les portions de ces montagnes qui ont été regardées comme jurassiques.

§ 1. — Toscane.

Dans la Toscane, les roches de cette période occupent deux régions très distinctes : l'une au nord-ouest, bordant le littoral, ne comprend que des lambeaux isolés, entourés de dépôts plus récents, ou bien de petites chaînes de montagnes; l'autre au sud-est, beaucoup plus considérable, occupe le centre de la péninsule et fait essentiellement partie des Apennins.

Région littoral.

M. Guidoni (1) découvrit en 1830 des fossiles dans les montagnes

(1) *Nuovo giorn. dei letterati di Pisa*, juillet, août 1830. — Voyez aussi : *Observations géogn. et minér. sur les montagnes entourant le golfe de la Spezzia* (*Giorn. ligustico* pour 1828, p. 335 et 427). — *Journ. de géologie*, vol. II, p. 74. — *Id.*, vol. III, p. 271. — L. Pareto, *Sulle montagne del golfo della Spezzia*, in-8, 1832. — F. Hoffmann, *Géologie des Alpes apuennes dans le comté de Massa Carrara*. — Voyez A. Boué, *Bull.*, vol. V, p. 317. — *Journ. de géologie*, vol. II, p. 255. — *Arch. für Miner.* de Karsten, vol. VI, p. 229. — Boué, *Résumé des progrès de la géologie en* 1832, p. XLII, XLV..

du golfe de la Spezzia, et M. Pasini (1) annonça peu après que les calcaires saccharoïdes de Carrare, comme ceux de ces mêmes montagnes de la Spezzia et d'autres localités de la Toscane, rapportés par Brocchi au terrain de transition, devaient appartenir à l'époque jurassique. H.-T. de la Bèche (2) a donné la coupe suivante de la presqu'île méridionale du golfe de la Spezzia. Cette coupe, dirigée N., S., perpendiculairement à la direction des couches, passe par les montagnes de Coregna.

1. Calcaire gris ou de teintes diverses, traversé de veines de calcaire spathique, et alternant avec des lits de schistes plus ou moins épais. Le marbre *portor* noir et jaune de Porto-Venere appartient à cette assise, qui est bien développée, mais très tourmentée, sur la côte méridionale de l'île de Palmaria où sont les carrières de marbre.
2. Dolomie plus ou moins pure, quelquefois blanche, obscurément stratifiée. Elle forme l'axe de la chaîne de Castellana à Pignone, et pourrait être considérée comme un filon redressant les couches aussi bien que comme une assise subordonnée.
3. Calcaire compacte, gris foncé, en lits minces.
4. Calcaire alternant avec des schistes brun clair. Ces derniers, subverticaux, forment la cime de Coregna, se désagrégent facilement, et laissent à découvert de nombreuses coquilles fossiles, particulièrement de céphalopodes.
5. Schistes brun clair alternant avec des calcaires compactes, clairs, en lits minces.
6. Schistes bruns et calcaires siliceux et argileux, bigarrés de bleu, de vert et de rouge.
7. Grès brun siliceux, calcarifère, micacé et schistoïde, constituant la chaîne des environs de Castellana à Vernazza et au delà, le long du littoral méridional de la péninsule.

---

(1) *Ann. degli sc. del regno Lomb.-Veneto*, sept. 1831.

(2) *Mém. sur les environs de la Spezzia* (*Mém. Soc. géol. de France*, 1re série, vol. I, p. 23, pl. 3 et 4, avec carte et coupes, 1833). — *Manuel géologique*, traduction française sur la 2e édit. de 1832, par Brochant de Villiers, p. 404, 1833. — C'est à tort que de la Bèche, dans le mémoire précité, attribue à M. Cordier la première découverte des fossiles de la montagne de Coregna. Le savant professeur de Paris qui, sous le premier empire, avait été chargé d'une mission spéciale pour rechercher les combustibles minéraux en Toscane, avait seulement observé quelques coquilles bivalves tout à fait indéterminables dans les carrières de marbre de Porto-Venere et des îles Palmaria et Tino, c'est-à-dire dans un système de couches rapporté aujourd'hui au groupe néocomien.

Les prétendues Orthocératites, signalées dans l'assise n° 4, n'étaient, comme on pouvait le présumer, que des alvéoles de Bélemnites; mais les petites Ammonites fort nombreuses qu'on y a trouvées aussi depuis M. Guidoni ont été le sujet de beaucoup de discussions. Des 15 premières espèces étudiées, 11 seraient nouvelles, et les autres appartiendraient à diverses formations. Les espèces nouvelles nommées par M. Guidoni ont été figurées et décrites par de la Bèche (1). Nous y reviendrons plus loin.

La coupe de la presqu'île opposée, qui sépare le golfe de la vallée de la Magra pour se terminer au cap Corvo, paraît être plus compliquée que la précédente, et une partie seulement de ses couches auraient leurs analogues dans celle du sud. Les assises 1 à 4 de cette coupe représentent le calcaire gris n° 1 ; les conglomérats 5 et 6 qui viennent ensuite, le grès brun. Les autres roches, 7 à 15 jusqu'à la Magra, sont des assises micacées brunes, des calcaires blancs, grenus, feuilletés et micacés, une roche compacte chloritique, un calcaire grenu blanc, et d'autres couches micacées et calcaires.

Pour l'auteur, le calcaire marbre de Carrare, plongeant au S.-O. sous divers angles, n'est pas encore d'un âge bien déterminé; mais, comme il repose près de Massa sur des schistes micacés, il semble faire partie du même système que le gneiss des Alpes apuennes. F. Hoffmann (2) pensait que, malgré les cristaux de quartz rencontrés dans les cavités de ces marbres saccharoïdes non magnésiens et malgré le voisinage des serpentines, ceux-ci n'étaient que des calcaires jurassiques modifiés.

M. A. Sismonda (3) décrit les environs du golfe de la Spezzia à peu près comme de la Bèche, et croit que les roches des deux chaînes qui le bordent appartiennent à la formation jurassique. Les dolomies de la côte orientale, dans le voisinage de Barcola, d'Amelia, etc., sont semblables à celles des cimes de Coregna, de Santa-Croce, de Parodi, de Bergamo à Pignone, etc., dans la chaîne op-

---

(1) *Manuel géologique*, traduction française, p. 406-407, 1832-1833.

(2) *London and Edinb. phil. Magazine*, septembre 1835. — Greenough, *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 16, 1835.

(3) *Osservazioni geol. sulle Alpi maritime e sugli Apennini Liguri* (*Mem. della r. Accad. di Torino*, 2e série, vol. IV, p. 92, 1842).

posée. Elles sont blanches ou gris cendré, quelquefois rosâtres et à texture grenue.

Le versant des montagnes entre Lerici et le cap Corvo est occupé par un banc puissant de calcaire compacte, gris-brun, auquel succède une assise de schiste avec des veines de calcaire spathique et plongeant à l'O. Après plusieurs alternances de ces roches vient un poudingue quartzeux en bancs épais que supporte un grès avec des veines de fer oligiste. A la batterie de Santa-Croce sont d'autres calcaires, puis se montrent des roches vertes compactes et des grès micacés qui manquent dans la chaîne occidentale.

Les fossiles ne se présentent que dans cette dernière, et, bien que les roches, suivant M. Sismonda, doivent se correspondre dans les deux chaînes, les calcaires noirs et les poudingues de celle de l'est seraient supérieurs non-seulement aux assises fossilifères de Coregna, mais encore au marbre portor de la chaîne de l'ouest. Les roches seraient alors synclinales suivant l'axe du golfe. Les poudingues, inférieurs en apparence aux calcaires, seraient réellement plus récents, et ne devraient leur position actuelle qu'à un renversement. Se prévalant ensuite de la détermination fort incertaine des espèces, donnée d'ailleurs avec réserve par de la Bèche, l'auteur y voit un motif suffisant pour rapporter les poudingues à l'horizon de l'Oxford-clay des Alpes. Le poudingue de Ponte-Corvo qui ne renferme aucun fossile serait dans ce cas. Dans les couches fossilifères, les espèces de l'oolithe inférieure seraient associées à des espèces du lias, et M. Sismonda donne la liste de celles qu'il a recueillies et qui ont été étudiées par M. Valenciennes. La plupart sont nouvelles, et parmi les autres il signale les *Ammonites dorsalis*, Sow., *Murchisonæ*, id., *fimbriatus*, id., *falcifer*, id., *bisulcatus*, Brug. Les assises du calcaire saccharoïde de Carrare ne seraient encore que le prolongement de celles de la Spezzia.

M. P. Savi, dans plusieurs publications qu'il suffit de rappeler (1),

---

(1) *Studi geol. sulla Toscana*, 1833, 1 pl. — Carte géologique de l'île d'Elbe et Esquisse géol. générale de cette île, avec 6 coupes. — *Nuovo giorn. dei letterati*, n° 70, 71, Pise, 1833. — Carte géologique des monts Pisans, Pise, 1833. — *Mem. per servire allo studio della carta fisica della Toscana*, Pise, 1837-39. — *Osservazioni geogn. sui terreni antichi toscani* (*Nuovo giorn. dei letterati*, n° 63). — *Sur la constitution géologique des monts Pisans, entre le Serchio, l'Arno et les plaines de Lucques et de Pise* (*Isis* d'Oken, 1841, p. 553). — G.-A. Kloeden, *Observations sur les*

avait déjà traité de la géologie de la Toscane et des îles voisines, mais il n'était pas encore parvenu à tracer, d'une manière un peu nette, la séparation des couches crétacées d'avec les couches jurassiques. C'est dans le tableau comparatif des terrains qu'il donna en 1843 (1) que nous trouvons cette distinction bien indiquée pour la première fois. Il y mentionne comme jurassiques des calcaires gris ou rouge vineux. Les premiers, excepté dans quelques localités, comme dans le golfe de la Spezzia, sur certains points des monts Pisans et des Alpes apuennes, sont presque complétement dépourvus de fossiles ; les seconds, au contraire, en renferment presque toujours. On observe ces derniers particulièrement dans la Grafagnana, près de l'Alp de Corfino, à Sasso-Rosso, dans la Maremme, à la Cornata di Gerfalco et entre Bolgheri et Castagneto. Ce sont des crinoïdes, de nombreuses Ammonites, entre autres les *A. Conybeari* et *radians*, et des corps rapportés à des Orthocératites.

Au-dessous de ces calcaires vient le *verrucano* (2), expression sous laquelle l'auteur comprend des roches d'un âge incertain, à cause de l'absence de fossiles, et parmi lesquelles dominent les grès ou conglomérats siliceux à ciment talqueux. Ceux-ci passent souvent au stéaschiste, au micaschiste et même au gneiss, et, suivant M. Pareto, sont les analogues du conglomérat rouge des Alpes maritimes et du cap Corvo. Par suite de la concordance et de l'alternance même de certains bancs calcaires avec les grès siliceux et talqueux, M. Savi réunit le verrucano à la formation jurassique, comme le fait M. Sismonda et contrairement à M. Pareto qui le rapporte au trias. Quoi qu'il en soit, ce sont les roches stratifiées les plus anciennes de la Toscane et sous lesquelles il n'y a plus que des stéaschistes, des micaschistes et du gneiss. Ainsi, d'après l'état des connaissances géologiques à ce moment, on pouvait conclure que tout le reste de la série sédimentaire manquait dans ce pays, soit qu'il n'y ait jamais existé, soit que, comme le pense l'auteur, les actions ignées

---

monts Pisans (*Neu. Jahrb.*, 1840, p. 505-514). — Boué, *Résumé des progrès de la géologie en* 1832, p. XLI.

(1) *Sul carbone fossile della Toscana* (*Giorn. toscano di scienze*, etc., Pise, 1843). — *Sopra i carboni fossili della Maremme*, 2 pl. de coupes et de végétaux fossiles, avec tableau comparatif des terrains de la Toscane, Pise, 1843.

(2) Ces couches se voient surtout à la Verruca, ancien château situé sur cette montagne.

aient changé les dépôts en roches cristallines auxquelles on voit en effet le verrucano passer insensiblement. D'un autre côté, la liaison de ce dernier avec les couches jurassiques prouverait l'absence de la formation houillère, conclusion négative que les recherches ultérieures ne sont pas venues justifier.

En décrivant la structure géologique des monts Pisans, groupe de montagnes situé au nord de Pise, entre le Serchio et l'Arno, M. Savi (1) avait aussi rapporté au verrucano les roches, diversement altérées et modifiées, les plus anciennes de ce massif. Dans les parties sud-ouest de ce dernier, il avait placé au-dessus un calcaire gris mis en parallèle avec le lias, et auquel succédait la série crétacée. M. Sismonda (2) voyait alors dans ce verrucano le représentant des couches à anthracite des Alpes du Piémont, rangées par lui avec l'Oxford-clay, et dans les calcaires placés au-dessus, l'analogue du coral-rag, tandis que pour M. Pasini les calcaires cristallins du mont Oliveto, comme celui des Alpes apuennes correspondant à la partie inférieure de la grande assise calcaire des Alpes de la Lombardie, étaient une dépendance de la base du lias.

Vers le même temps M. Fournet (3) concluait, de ses observations sur les gîtes métallifères de la Toscane, que les terrains sédimentaires de ce pays s'étaient déposés très près de l'ancien foyer intérieur des substances métalliques et terreuses, et que c'était vers cette région surtout que devait se trouver la partie la plus profonde de la mer jurassique. Cette opinion était appuyée par les modifications qu'avaient éprouvées les roches inférieures au lias, c'est-à-dire celles du verrucano que l'auteur rapporte au trias. De son côté, M. Studer (4), pour qui le macigno et l'albérèse du terrain tertiaire inférieur paraissaient être les équivalents de la formation crétacée, rapportait au lias et aux divers groupes oolithiques les calcaires placés dessous. Quant au verrucano entièrement

(1) *Atti della prima riun. degli scienz. italiani*, p. 59, Pise, 1840.

(2) *Loc. cit.*

(3) *Ann. des sciences géol.*, vol. I, p. 198, 1842.

(4) *Mém. sur la constitution géol. de l'île d'Elbe* (*Bull.*, 1re série, vol. XII, p. 279, 1842). — Giuseppe Giuli, *Saggio statistico di miner. utile della Toscana*, Bologne, 1843 (*Nuovi ann. delle sc. natur. di Bologna*, vol. VIII). — *Progetto d'una carta geogn. ed orict. della Toscana*, ed. 2a, 1835.

dépourvu de fossiles, il ne se prononçait pas sur son âge. Il ressemble, dit-il, au terrain de transition du nord. Les schistes passent au micaschiste et au gneiss, le grès à des conglomérats talqueux et bigarré, les calcaires à des marbres gris et blancs. « En comparant ces roches, continue-t-il, et leur distribution » avec celles du système sédimentaire alpin de la Suisse, nous ne » pouvons qu'être frappé de leur grande analogie, et cependant » l'Apennin est séparé de nos Alpes calcaires par la grande » plaine du Piémont et de la Lombardie et par toute la zone des » Alpes cristallines, tandis qu'à très peu de distance de nos Alpes, » dans le Jura, nous voyons le système septentrional parfaitement » développé, et que, dans les montagnes de la Savoie et les Alpes » françaises, les deux systèmes sont même en contact immédiat. »

En Italie comme sur le versant nord des Alpes, la limite des formations jurassique et crétacée était encore alors très vaguement tracée, et l'on croyait à l'association dans les mêmes couches de fossiles des groupes oolithiques moyen et inférieur avec ceux des divers étages du lias. Quant au parallélisme des assises sous-jacentes, c'est-à-dire du verrucano de l'Italie avec des grès, des poudingues souvent rouges, et des schistes de la Suisse et de la Savoie, il paraissait être exact. De part et d'autre des Alpes, ces roches se trouvent à la séparation des assises calcaires secondaires et des talcschistes, des micaschistes et du gneiss qui dans les deux pays sont la dernière base visible de la série stratifiée.

Sur son *Esquisse d'une carte géologique de l'Italie* (1), H. de Collegno, sans avoir égard aux caractères minéralogiques des couches, comprit dans la formation jurassique le verrucano et toutes les assises qui le recouvrent jusqu'à la *majolica* de la Lombardie inclusivement. Il coloria les deux chaînes qui bordent le golfe de la Spezzia comme appartenant tout entières à cette même formation, ainsi que les massifs des Alpes apuennes et des monts Pisans, auxquels il ajouta le travail de hachures qui indique des roches modifiées. Mais en même temps ce géologue (2) posait un jalon précieux pour le terrain secondaire de la péninsule, en décrivant, comme on l'a vu ci-dessus, les caractères du calcaire rouge à Ammonites de la Lombardie et en assignant sa position géologique. Il faisait entrevoir que ce repère existait également sur

(1) 1 feuille, Paris, 1844.
(2) *Bull.*, 2e série, vol. I, p. 207, 1844.

plusieurs points des Apennins de la Toscane (Pania di Corfino, Montieri, Caldana) et dans les États romains (Assisi, Spoleto, Terni), de telle sorte que cette assise marquait en Italie un horizon important.

L. Pilla (1), en citant les calcaires à Ammonites des Maremmes (Gerfalco et Campiglia) et ceux de Corfino (Alpes apuennes), y signale les *Ammonites costatus* et *Conybeari* avec des crinoïdes, et place le tout sur l'horizon des couches jurassiques de la Lombardie, encore vaguement désignées par l'expression de *calcaire jurassico-liasique*. Quant aux assises fossilifères de la Spezzia, il admet un renversement par suite duquel les plus récentes se trouveraient sous les plus anciennes, et il croit, par cette supposition, raccorder la coupe de cette localité avec celle des bords du lac de Côme. Dans les Apennins comme dans les Alpes, l'absence ou la rareté des fossiles ne permettrait pas d'établir les sous-divisions reconnues ailleurs.

Les roches modifiées de cette même période sont les marbres de Carrare qui passent insensiblement à un calcaire ordinaire compacte, puis à un calcaire celluleux ou gris, véritable rauchwacke. Les calcaires réellement subordonnés aux schistes cristallins sont eux-mêmes toujours cristallins et passent souvent au marbre cipolin. Les autres roches modifiées, inférieures à celles-ci, ont été d'autant plus souvent l'objet de discussions que celles que nous voyons dans leur état normal sont elles-mêmes moins bien déterminées. Dans les monts Pisans, ce sont, comme on l'a dit, des phyllades, des stéaschistes avec des anagénites et des psammites constituant le verrucano de M. Savi, et dans les Alpes apuennes ce sont des stéaschistes, mais nulle part il n'y aurait de véritable gneiss.

Les marbres de la vallée de Serravezza et ceux de Carrare, dit ailleurs le même géologue (2), représentent le lias de l'Apennin. Ils en font exclusivement partie, et les marbres statuaires ne se montrent jamais dans les groupes oolithiques au-dessus. Au mont Altissimo, on passe, à partir de cette roche, par des nuances insen-

(1) *Saggio comparativo dei terreni*, etc., Essai comparatif des terrains qui composent le sol de l'Italie, Pise, 1845. — *Atti della sesta riun. degli sc. italiani*, p. 545-567, in-4, Milan, 1844-45.

(2) Note sur l'ouvrage intitulé : *Richesse minérale de la Toscane* (*Bull.*, 2e série, vol. III, p. 444, 1846). — Voyez F. Hoffmann, *Géologie des Alpes apuennes dans le comté de Massa Carrara.* — Boué, *Bull.*, 1re série, vol. V, p. 317, 1834. — Savi, *Journ. de géologie*, vol. II, p. 255.

sibles, à plusieurs autres de même nature (marbres *bardiglio*), au marbre noir de la vallée de la Tecchia, du mont d'Asciano, et à ceux des monts Pisans qui, d'un autre côté, se lient au calcaire portor de Porto-Venere. *Toutes ces variétés seraient la continuation d'une même formation liasique.* On verra plus loin combien cette assertion était peu fondée.

M. Curioni (1) regarde au contraire le marbre de Carrare comme plus ancien que le lias, et n'étant pas dû à une action métamorphique. Ce serait pour lui l'analogue des marbres cristallins en relation avec les gneiss de la Lombardie, et qui ont été employés dans les églises de Monza, de Côme et pour le dôme de Milan. Les calcaires blancs de Massa, du mont Altissimo, du Monte di Corchia, ne sont point non plus métamorphiques, et auraient été déposés à l'état de pureté où nous les voyons aujourd'hui. Ils reposent sur des calcaires et des schistes talqueux passant au gneiss vers le bas (verrucano).

M. Coquand (2), qui semble adopter cette dernière opinion, a d'abord décrit les roches réunies par ses prédécesseurs sous le nom de *verrucano* pour les placer dans le terrain de transition, puis il passe à l'examen de ce qu'il appelle *formation des calcaires saccharoïdes*, c'est-à-dire les marbres blancs de Carrare, etc. Il signale leur discordance complète avec les schistes cristallins, au torrent de Serravezza, en face de Carvaja, dans la vallée de la Serra, au mont Altissimo, dans la vallée du Frigido, et il rejette la manière de voir de M. Savi qui admettait la liaison de ces diverses assises. L'indépendance des marbres blancs et du verrucano s'observe également dans l'île d'Elbe, entre le cap Calamita et le Monte-Fico, au sud de la Marina di Rio. La séparation de ces marbres d'avec l'albérèse n'est pas moins évidente, et l'auteur décrit le gisement des calcaires saccharoïdes des environs de Campiglia où le lias se trouve adossé contre eux de la manière la plus discordante. Il en serait de même à la mine de la Grande-Cave (3). Sur ce dernier

(1) *Sui terreni di sedimento inferiore dell' Italia settentrionale* (*Mem. dell I. R. Istituto lomb. di sc. lett. ed arti*, vol. II, avril 1845).

(2) *Sur les terrains stratifiés de la Toscane* (*Bull.*, 2e série, vol. II, p. 165, 1845).

(3) M. A. Burat rapporte aussi à la formation jurassique le marbre de Carrare et celui du Campigliese dans lequel est ouverte la mine de blende et de galène de la Cava del Piombo (*Géologie appliquée*, p. 25 et 142, 1re édit.).

point et sur beaucoup d'autres (Aquaviva, Caldana, Montorsi, Pozzaletto), la direction du calcaire rouge est N., S., tandis qu'à Aquaviva, San-Bartolo, Monte delle Fessure, Botro ai Marmi, le calcaire saccharoïde court S.-O., N.-E.

L'auteur rappelle ensuite les diverses substances minérales que présentent les marbres de Carrare, de l'île d'Elbe et du Campigliese, telles que la couzéranite, la pyrite de fer cubique et en dodécaèdre pentagonal, l'épidote zoïsite, le quartz et le talc, puis les filons et les amas de fer oxydulé dans le val di Castello, à Stazzemma et au càp Calamita (île d'Elbe), les filons d'amphibole radiée et d'ilvaïte, aussi dans l'île d'Elbe, enfin la fluorite verte et la barytine blanche formant la gangue du minerai d'or et d'argent dans les montagnes du val di Castello.

La coupe indiquée ci-dessus faisant voir que les calcaires blancs saccharoïdes sont tout à fait distincts des schistes cristallins, et le profil de Temperino montrant que ces calcaires sont séparés des couches que l'auteur rapporte au lias inférieur, il en conclut (p. 177) que la *formation des calcaires blancs* appartient au système dévonien ou au système silurien. En l'absence de données paléontologiques suffisantes, la citation d'une Astrée dans un morceau de marbre de Carrare étant en effet une preuve de peu de valeur, M. Coquand croit pouvoir en trouver de plus convaincantes en Sardaigne. Il se demande pourquoi les assises calcaires de cette île, qui renferment des *Spirifer*, des *Productus*, des *Orthoceratites*, n'auraient point leurs analogues dans les marbres blancs des Alpes apuennes et du Campigliese qu'une cause métamorphique aurait modifiés. Ces calcaires saccharoïdes seraient alors siluriens; le verrucano, les schistes cristallins, etc., seraient plus anciens encore et correspondraient au système cambrien.

Dans la coupe du golfe de la Spezzia que nous avons rapportée d'après de la Bèche, ce dernier géologue aurait, suivant M. Coquand, interverti les rapports du macigno et des couches jurassiques de Coregna, et la valeur des fossiles trouvés sur ce dernier point aurait été mal appréciée. Le profil du vallon d'Aqua-Santa à la Méditerranée, passant par Campiglia et Coregna, présente les assises suivantes:

1. Calcaire compacte, gris ou noirâtre, avec crinoïdes.
2. Dolomie blanche, grise ou rose, formant les arêtes culminantes de la Castellana, de Coregna, du Pignone, et constituant, à Porto-Venere et dans l'île de Palmaria, les couches de marbre

portor. Cette assise, suivant de la Bèche, était un grand filon redressant les strates voisins, ou bien une masse subordonnée aux autres; pour M. Savi, c'était une simple modification du calcaire gris, compacte, noirâtre, avec fossiles de Tinetto et de Tino. A l'Arpaja, comme aux îles Palmaria, Tino et Tinetto, ce calcaire noir, bitumineux, renferme des *Pecten*, *Lima*, *Ostrea*, Astartes, Trigonies, Nucules, Arches, etc. C'est à tort que M. Guidoni aurait signalé la Gryphée arquée dans cette assise, que M. Coquand rapporte à l'oolithe inférieure.

3. Calcaire compacte, gris foncé, en lits minces, et schistes passant à l'assise suivante.
4. Calcaire noirâtre en couches courtes, peu épaisses, séparées par des schistes marneux gris avec des fossiles pyriteux déjà cités par de la Bèche, mais dont il faut supprimer les Orthocératites, qui ne sont que des alvéoles de Bélemnites, et les *Ammonites Listeri* et *biformis*, provenant d'erreurs de détermination. M. Coquand ajoute à la liste les *Ammonites tumidus*, Rein., *cordatus*, Sow., *contractus*, id., *Parkinsoni*, id., *discus*, id., *bisulcatus*, Brug., c'est-à-dire une association d'espèces caractéristiques de l'Oxford-clay, de l'oolithe inférieure, celles-ci étantdominantes, avec une espèce du lias inférieur, association qui ne prouve rien, d'autant plus que l'auteur a placé l'assise n° 2 dans l'oolithe inférieure.
5. Marnes grisâtres et jaunâtres, très schisteuses, avec des filons de quartz et des empreintes de *Posidonomya liasina*.
6. Marnes grises et schistes brun rouge, verdâtres, se succédant jusqu'à Campiglia, se montrant au-dessous de la chapelle de Santa-Catarina pour plonger ensuite sous la mer. Des calcaires y sont subordonnés, mais ils sont souvent masqués par le macigno à Campiglia de la Spezzia, et c'est dans ceux que M. Coquand croit être leurs analogues sur d'autres points de la Toscane (Caldana, du Massetano, Montieri, Sassita, la Pania di Corfino) qu'on a recueilli les *Ammonites obtusus*, *Bucklandi* et *serpentinus*. Ce parallélisme n'est cependant point démontré, puisque ces fossiles n'ont pas été trouvés dans l'assise de la Spezzia, où la série est la plus complète, mais bien dans une autre qu'il pose en principe comme en étant synchronique. Toute l'argumentation qui vient ensuite n'est pas d'ailleurs plus convaincante.

(P. 183.) Mais la *Posidonomya* rapportée à la *P. liasina* est-elle bien réellement cette espèce ? Ne pourrait-elle pas être celle de l'Oxford-clay ou de toute autre division? En l'absence de données plus positives, l'existence du lias supérieur reste donc à démontrer. Cette assise est supportée par des couches avec *Ammonites Bucklandi*, etc.; mais on vient de dire que ce n'était encore qu'une simple présomption, puisque ce n'est point dans la même localité que les fossiles

caractéristiques ont été observés. Enfin elle supporte des couches remplies d'*Ammonites Parkinsoni*, *discus* et *contractus*, qui doivent, dit M. Coquand, la faire considérer comme étant la *grande oolithe*. Plus loin, le même observateur dit (p. 184) que ces coquilles sont caractéristiques de l'oolithe inférieure, tandis que précédemment (p. 181) il avait regardé les assises n° 2 de Porto-Venere comme appartenant évidemment à l'oolithe inférieure. Enfin, avec les Ammonites précédentes, qui appartiennent en effet à l'oolithe inférieure du nord-ouest de l'Europe, et un grand nombre d'autres propres à cette localité, nous voyons encore cités l'*A. cordatus*, Sow., l'espèce la plus caractéristique de l'Oxford-clay, et l'*A. bisulcatus*, Brug., (ou *A. Bucklandi*, Sow.), la plus caractéristique du troisième étage du lias. Il est donc difficile de rassembler plus d'éléments contradictoires que nous n'en trouvons ici, et nous devons par conséquent nous abstenir d'en rien conclure.

Quant au macigno qui recouvre transgressivement les schistes et les calcaires rouges jurassiques, et que M. Coquand rapporte à la craie comme le faisaient encore alors beaucoup de géologues, on sait aujourd'hui qu'il appartient à la partie supérieure du groupe nummulitique.

La côte orientale du golfe de la Spezzia offrirait la même série que sa partie occidentale, mais les calcaires gris et la dolomie en forment le revêtement extérieur; les calcaires et les schistes rouges n'apparaissent au-dessous que dans les ravins. Comme ceux-ci reposent sur les conglomérats et les schistes cristallins du cap Corvo, sans l'intermédiaire du marbre de Carrare, l'auteur en déduit l'indépendance de ces diverses assises.

Les calcaires gris et noirs avec silex que nous avons vus dans la Lombardie (*antè*, p. 245-46) représenter le troisième groupe oolithique de Collegno se retrouveraient dans le Campigliese, sur le flanc oriental du Monte-Calvi dont la base est entourée par les calcaires rouges très puissants en ce point (p. 187). Les couches à silex redressées atteignent le sommet de la montagne où elles sont aussi surmontées par les calcaires rouges qui dominent le vallon d'Ortaccio, et occupent celui de Temperino où ils reposent sur le marbre blanc, etc. Les calcaires rouges et les calcaires gris à silex alternent avec des schistes rouges, et n'ont pas moins de 300 à 400 mètres d'épaisseur à Sasseta. Ils s'enfoncent sous les alluvions de la plaine de Cornia; masqués par l'albérèse de Piombino, ils reparaissent sous le Forte-Falcone (île d'Elbe) au contact de la ser-

pentine, et entre Rio et Porto-Ferrajo avec les mêmes caractères que dans le Campigliese.

M. Coquand a résumé ses conclusions dans un tableau comparatif des terrains de la Provence et de la Toscane; mais ce qui suit nous dispense de discuter cette classification et de rechercher ce qu'elle peut avoir de fondé. Quant à la plupart des rapprochements plus généraux qu'il a proposés, depuis les calcaires-marbres de Carrare qu'il place dans le terrain de transition jusqu'au marbre de Porto-Venere rapporté à l'oolithe inférieure, nous ne sachions pas qu'ils aient été adoptés par aucun des géologues qui sont venus après lui.

M. Coquand (1) a décrit aussi les roches qui composent le mont Argentario, presqu'île rattachée au continent par deux langues de sable et une digue qui traverse l'étang d'Orbitello. Ces roches ressemblent d'une manière frappante à celles du cap Corvo que nous venons de mentionner à l'est du golfe de la Spezzia. Cependant elles offrent les particularités suivantes. D'Orbitello à San-Stefano, on voit d'abord un calcaire noirâtre, à cassure conchoïde, traversé de veines spathiques blanches. La dolomie forme des espèces de concrétions cariées, des encroûtements bréchiformes, véritables cargnieules entourant des fragments de calcaire noirâtre. Près de la tour Trenatale, les calcaires alternent vers le bas avec des marnes bariolées, des phyllades satinés violets et des conglomérats quartzeux irréguliers. A San-Stefano, ceux-ci font place à des schistes argileux et à des stéaschistes dont on peut juger l'épaisseur dans les falaises de la tour Lividonia.

Entre les tours Calamoresca et Calapiatti apparaissent d'autres roches. En face de Calagrande règnent les marnes violettes et les conglomérats de la partie occidentale du mont Argentario, les calcaires étant rejetés à l'E. Entre Calagrande et Calamoresca, un filon d'euphotide pénètre dans les marnes bariolées. Il diffère des autres roches serpentineuses qui en Toscane sont subordonnées à l'albérèse. On observe ici plusieurs dykes ramifiés entre lesquels se trouve une masse de gypse dont on voit une bonne coupe dans le lit du torrent de Calamoresca. Il y a des alternances répétées de calcschiste, de marnes boueuses, de gypse, de conglomérats quartzeux et de phyllade. Ce gypse n'est qu'une épigénie très irrégulière des assises calcaires, et il permet d'étudier tous les passages d'une roche à l'autre, ainsi que les modifications les plus capricieuses des

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. III, p. 302, 1846.

phénomènes métamorphiques. Des nodules de karstenite bleuâtre y sont développés, et près de la surface ils passent insensiblement à un sulfate hydraté. Des mouchetures de carbonate de cuivre vert et bleu se voient aussi dans les conglomérats quartzeux qui alternent avec le gypse. Ces carbonates résultent de la décomposition de petits nodules de cuivre gris. Les gypses eux-mêmes seraient dus, suivant M. Coquand, à l'arrivée de vapeurs sulfureuses après la formation des couches sédimentaires, et en rapport avec l'apparition des roches magnésiennes comme sur tant d'autres points.

On a vu que dans un mémoire précédent le même géologue (1) avait rapporté le *verrucano* du cap Corvo au terrain de transition, et qu'il regardait les couches jurassiques comme tout à fait discordantes par rapport aux anagénites, aux quartzites, aux calcaires cipolins, aux schistes, aux marbres blancs, etc., de cette localité, discordance qui était un des principaux arguments à l'appui de sa classification; mais il reconnaît ici (p. 307) que cette opinion n'est pas fondée, et qu'il y a sur ce dernier point, de même qu'au mont Argentario, une série concordante parfaitement continue de toutes les assises du cap, comme le faisaient déjà voir très bien les coupes données par de la Bèche quinze ans auparavant. Il serait superflu d'insister sur les développements que donne ensuite l'auteur dans la discussion des opinions contraires aux siennes; ce qui suit y suppléera amplement. M. Coquand (2) a aussi présenté à la Société géologique un corps ayant assez la forme d'un moule de *Lima gigantea*, et provenant des strates schisto-talqueux du cap Corvo. Or ces strates, rapportés d'abord par le même observateur au terrain de transition à cause de la superposition directe des couches rouges du lias, en l'absence des marbres blancs saccharoïdes, ce qui indiquait l'indépendance des trois systèmes, ces strates, disons-nous, sont actuellement pour lui du lias inférieur.

M. Delanoüe (3) n'a observé dans les Alpes de la Ligurie et sur les bords du golfe de la Spezzia aucune altération produite par les roches soulevantes sur les roches soulevées, et la grande assise de dolomie du promontoire occidental de cette dernière localité n'est aussi pour lui qu'une couche régulière et parfaitement stratifiée, comme celles entre lesquelles elle est comprise.

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 156, 161, pl. III, fig. 1 et 2, 1845.
(2) *Ibid.*, vol. VI, p. 525, 1849.
(3) *Ibid.*, vol. III, p. 42, 1845.

Contrairement à ce qui vient d'être dit, M. P. Savi (1) ne voit dans la discordance invoquée aux environs de Campiglia, entre les calcaires stratifiés à crinoïdes et les calcaires saccharoïdes massifs, qu'une circonstance locale sans importance, et la continuité des couches existerait réellement, l'un de ces calcaires n'étant que le prolongement de l'autre. Il signale en outre un passage du calcaire blanc modifié avec des coquilles univalves au calcaire gris cendré sans silex placé dessous, de même qu'entre ce dernier et le verrucano. De sorte qu'on doit considérer, dit-il, tous les dépôts indiqués, depuis l'albérèse jusqu'au calcaire foncé avec coquilles d'acéphales et de gastéropodes, comme ayant été formés au fond de la même mer, successivement et sans interruption. Quant au verrucano, la question serait plus difficile à cause des dislocations que ses couches ont éprouvées, mais peut-être n'y a-t-il pas eu non plus d'interruption générale entre elles et celles qui leur ont succédé.

Le savant géologue de Pise déduit en outre de la considération des fossiles : 1° que les empreintes de fucoïdes sont les traces de corps organisés les plus répandues dans le terrain secondaire, supérieur au calcaire gris clair à silex ; 2° que la présence des Ammonites caractérise ce dernier, ainsi que le calcaire rouge sous-jacent avec lequel il se lie, et dans lequel aussi ces fossiles plus abondants sont accompagnés de fragments d'Apiocrinites ; 3° que dans les calcaires inférieurs sans silex il y a des restes de mollusques acéphales et gastéropodes avec des polypiers comme dans ceux de la Spezzia ; 4° qu'au-dessous disparaissent toutes traces de débris organiques.

Après avoir rappelé et discuté les opinions émises au congrès de Milan par de Buch et M. Pasini, sur le parallélisme des calcaires de la Lombardie avec ceux de la Toscane, M. Savi signale, dans les calcaires rouges de ce dernier pays, les *Ammonites Conybeari*, *radians*, *obtusus*, *Bucklandi*, *serpentinus*, *costatus*, *tatricus* et *stellaris*. Il serait superflu de reproduire ici ce que nous avons déjà dit de la Lombardie et des provinces vénitiennes, car les fossiles que nous avons cités, d'après les géologues du pays, ne sont pas assez exempts de critique pour qu'on en déduise, quant à présent, le synchronisme absolu des couches qui les renferment avec celles de régions plus ou moins éloignées. L'auteur termine son mémoire

(1) *Sulla costituzione geologica del monti Pisani*, Pise, 1846.

en proposant la classification suivante pour les assises jurassiques des monts Pisans :

Formation jurassique	supérieure.	Calcaire gris clair, à silex, passant au calcaire sous-jacent; fossiles rares.
		Calcaire rouge ammonitifère, avec crinoïdes.
	inférieure.	Calcaire blanc, souvent modifié, avec des coquilles univalves et bivalves.
		Calcaire gris foncé, sans silex, également avec des coquilles univalves et bivalves.
		Verrucano.

Le golfe de la Spezzia est une de ces localités qui ont le privilége d'attirer toujours les observateurs, et de rester longtemps un objet de discussion malgré une certaine apparence de clarté dans les faits. Aussi, quoique nous ayons déjà cité bien des recherches dirigées sur ses rives, il nous en reste encore beaucoup à rappeler. Ainsi L. Pilla (1), critiquant les vues de M. Coquand, revient appuyer ses premières conclusions en constatant la concordance de toute la série dans la partie orientale du golfe et un renversement dans la partie opposée. Prenant ensuite pour horizon le calcaire noir schisteux qui repose à l'est sur une anagénite quartzeuse et rougeâtre, il fait voir que c'est le même qui, à l'ouest, émerge de dessous les eaux du golfe, de manière que les couches sont synclinales par rapport à ce dernier. Ces calcaires, mis en parallèle avec celui de la vallée d'Esino, que nous avons vu en Lombardie appuyé contre des poudingues quartzeux, constitueraient la base du lias, et les couches sous-jacentes, dans la partie occidentale du golfe, seraient en réalité plus récentes, comme le prouve leur superposition au macigno. L'auteur cherche à démontrer le parallélisme de chacune d'elles avec leur analogue du versant méridional des Alpes; puis passant à la considération des fossiles cités par M. Coquand, il donne beaucoup d'importance à la présence de l'*Ammonites tatricus* et des Nérinées dans les schistes ammonitifères, et fort peu aux formes générales des autres corps organisés, de sorte que ces couches représenteraient pour lui la partie supérieure de la formation jurassique de la Toscane. Mais il suffit de parcourir la liste des Ammonites rappelées par Pilla lui-même (2) pour se convaincre du peu de solidité de son argumentation paléontologique.

Ce géologue a retrouvé, dans la vallée de la Tecchia, l'analo-

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 1062, pl. 6, fig. 2, 1847. — *L'Institut*, 7 avril 1847.
(2) *Ibid.*, p. 1068, *nota*.

gue de son calcaire brun des côtes orientales et occidentales du golfe avec les mêmes fossiles, dont, à la vérité, il ne cite pas les espèces; puis, l'ayant suivi dans la direction des calcaires de Carrare, il a vu que ces derniers n'en étaient qu'une modification. Le changement a lieu graduellement, et les marbres de Carrare, de Serravezza, le calcaire brun de la Spezzia, comme celui du lac de Côme, ne formeraient qu'une seule et même assise reposant sur les anagénites et les schistes cristallins. Ces calcaires ne diffèrent aujourd'hui qu'à cause de l'intensité plus ou moins grande des actions métamorphiques qu'ils ont éprouvées (1).

Dans une coupe de la montagne de Vecchiano, près de Pise, dernière ramification des Alpes apuennes, vers la vallée du Serchio, on trouve, à partir des calcaires bruns précédents, un calcaire celluleux, dolomitique, analogue à celui de la Spezzia et du lac de Côme, un calcaire siliceux avec quelques Ammonites, mais discordant avec le précédent, et représentant le calcaire rouge à Ammonites, une série de marnes et de calcaires, un second calcaire brun différent de celui de la base, des schistes siliceux bigarrés (*galestri*), un calcaire blanc à grain fin, etc., et l'auteur conclut, après avoir reproduit les détails donnés par M. Coquand sur les couches de la Grande-Cave, dans le vallon de la Fucinaja : 1° que les schistes siliceux qui forment la partie supérieure de la série jurassique du Campigliese représentent ceux que recouvre le macigno dans le golfe de la Spezzia ; 2° que les calcaires marneux placés dessous représentent ceux de la Spezzia, qui renferment les Ammonites ; 3° que le calcaire rouge à Ammonites de cette partie de la Toscane est le même que celui de la Lombardie, de la Spezzia et d'autres localités du centre de l'Italie ; 4° enfin que les calcaires massifs et cristallins, qui viennent ensuite, et en stratification discordante, sont les équivalents du marbre statuaire de Carrare, du calcaire brun de la Spezzia et de celui du lac de Côme.

Dans les considérations générales qui suivent (p. 1073), Pilla, comparant toujours les termes de la série de la Lombardie avec ceux de la Toscane, c'est-à-dire des choses encore assez mal déterminées avec d'autres qui ne le sont pas davantage, s'attache à prouver (p. 1074), par le raisonnement paléontologique que nous avons déjà rappelé, que les schistes à Ammonites de la Spezzia et

(1) *Breve cenno sulla richezza miner. della Toscana.* — Voy. aussi : A. Boué, *Bull.*, 1re sér., vol V, p. 318, 1834.

les autres couches, jusqu'au macigno, appartiennent à l'Oxford-clay. En séparant ensuite du lias le calcaire rouge à Ammonites, il le range dans l'oolithe inférieure, pour mettre ce qui est au-dessous dans les deux premiers étages du lias.

(P. 1076.) Tout en admettant la discordance de stratification des marbres blancs saccharoïdes, il ne pense pas qu'ils appartiennent au terrain de transition comme le prétend M. Coquand; mais il reconnaît, d'un autre côté, que les marbres de Carrare, les calcaires bruns dont ils ne seraient que le prolongement, les calcaires saccharoïdes de Campiglia et les rauchwackes de la Toscane ne peuvent absolument être classés dans le lias inférieur. Quant aux conclusions par lesquelles l'auteur termine son Mémoire (p. 1077), nous nous abstiendrons de les reproduire, la première n'apprenant rien de plus que ce que nous avons dit, la seconde étant en contradiction évidente avec ce que nous venons de rapporter, et la troisième ne se rattachant point précisément à la seconde, à laquelle cependant elle semble être reliée par l'auteur (1).

L'Alpe ou Panio de Corfino (Monte di Sasso-rosso), en Grafagnana, est, dit M. L. Pareto (2), une protubérance calcaire de plus de 1050 mètres au-dessus de la mer, située sur la rive gauche du Serchio, au nord de Castel-Nuovo. Elle est fendue presque par le milieu et traversée par le Moscionello qui descend des Apennins. Ce massif secondaire, complétement entouré de macigno, est composé d'assises calcaires, arquées en forme de voûte ou de coupole. Les roches sans fossiles sont blanches et grisâtres, compactes, sub-cristallines, grenues par places, et renferment quelques silex pyromaques. Elles sont recouvertes à la Torre di Sasso par un calcaire rouge avec Ammonites, auquel succèdent des schistes rouges lie de vin, qui semblent représenter ceux que l'on désigne sous le nom

---

(1) M. Ezio Dé Vecchi a donné une coupe de la montagne de Cetona, qui présente quelques parties obscures, et ses déductions n'ajoutent rien à ce que Pilla avait conclu lui-même (*Bull.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 1079, 1847).

(2) *Nono congresso degli scienzati italiani in Venezia*, en sept. 1847 (*Actes de la session de géologie*, p. 18. Gênes, 1853). — Voy. aussi ; A. Senoner, *Sur une excursion minéralogique dans les Apennins du Plaisantin* (*Berichte über die Mittheil. von Freund.*, etc., vol. II, p. 72, 1846). — Andrea Cozzi, *Richerche geol. e miner. sopra Montieri e sue adjacenze*. Florence, 1842. — P. Savi, *Due memorie geol. su i terreni stratificati dependenti o anessi alle masse serpentinose della Toscana*, in-8. Pise, 1838.

de *galestrini*. Ces derniers comprennent des calcaires compactes avec des silex différents des précédents.

Suivant l'auteur, les couches jurassiques qui longent le pied des Alpes du Milanais, de la Vénétie, comme celles de l'Apennin supérieur ou de la Toscane, ne constitueraient que des masses isolées, généralement circulaires ou elliptiques et circonscrites par le macigno. C'est ainsi que les montagnes de Carrare ou les Alpes apuennes seraient un massif elliptique soulevé, formant une sorte de cirque à l'intérieur. Lorsqu'on se dirige de ses bords vers le centre, on marche sur des roches de plus en plus anciennes, jusqu'au milieu où les schistes presque cristallins semblent constituer le noyau du massif.

M. Coquand (1) pense que la confusion dans laquelle on est souvent tombé, relativement au calcaire rouge de l'Italie, vient de ce qu'il existe, dans la formation jurassique de ce pays, plusieurs étages de calcaires rouges. Ces divers horizons, caractérisés par des fossiles particuliers, ont été regardés à tort comme contemporains, et de là seraient résultés les soi-disant mélanges d'espèces fossiles qui ont été annoncés. Ainsi, dans la Grafagnana, le calcaire rouge renfermerait seulement les fossiles du lias inférieur (*Ammonites Bucklandi* et *obtusus*); sur les bords du lac de Côme et dans le Campigliese, un second calcaire rouge contient les *Ammonites serpentinus* et *bifrons*, avec d'autres coquilles du lias supérieur; et des calcaires rouges, encore plus élevés dans la série, ont offert les *Ammonites tatricus*, *biplex*, avec la *Terebratula diphya* de l'Oxford-clay. Quant aux Ammonites du golfe de la Spezzia, décrites par Alc. d'Orbigny, comme appartenant au lias inférieur, M. Coquand persiste à les placer au-dessus des schistes à Posidonomyes et dans le groupe oolithique.

Sur le parallèle de Carrare et au nord de ce point, dit sir R. Murchison (2), les marbres blancs, en couches régulières, s'élèvent avec les schistes dans les pics de l'Altissimo, etc., plongeant à l'O. et au N.-N.-O., pour former la limite orientale d'une grande surface qu'arrosent les eaux de la Magra. Le centre de cet espace est occupé par des dépôts tertiaires, et ses parties latérales par des collines de macigno qui reposent à l'est sur les calcaires des Alpes

---

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 133, 1848.
(2) *On the geol. structure of the Alps*, etc. (*Quarterly Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 266 et fig. 32, déc. 1848).

apuennes et à l'ouest sur le promontoire calcaire du côté oriental du golfe de la Spezzia. Celui-ci, entre le cap de Ponte-Corvo et la Spezzia, montre toutes les variétés de roches qui constituent les Alpes apuennes, et disposées dans le même ordre, de sorte que le célèbre géologue anglais a pu se convaincre que ce n'était qu'un pli parallèle, moins élevé, formé par la même série. Mais, continue-t-il, c'est seulement sur la côte occidentale de la baie, dans un autre plissement parallèle de ces mêmes roches, plus éloignées des principaux axes de dislocation, que leur âge peut être déchiffré à l'aide des fossiles qu'elles renferment. Cette coupe, que nous avons vue si souvent reproduite depuis de la Bèche, est représentée avec une disposition particulière, qui nous oblige d'y revenir encore.

Les calcaires noirs avec les veines blanches et jaunes, associés à des schistes foncés, mais moins métamorphisés que dans le promontoire oriental, forment le noyau de celui-ci. Ils sont verticaux ou très inclinés et portent le fort inachevé de Castellana. Leur direction est N.-N.-O., S.-S.-E., et ils se prolongent dans l'île de Palmaria, où ils sont exploités comme les marbres de Porto-Venere. La coupe transverse du promontoire, passant par Coregna et Campiglia, fait voir qu'il existe une grande ligne de fracture observée d'abord par de Collegno, irrégulièrement parallèle à la chaîne, et le long de laquelle des calcaires foncés et des schistes très contournés ont été rompus. Par suite de cet accident, une partie de la série de Porto-Venere, s'est trouvée renversée et paraît recouvrir irrégulièrement un ensemble de couches incontestablement plus récentes. Celles-ci sont d'abord des dolomies et des calcaires gris plongeant de 45° au N. ou à l'E.-S.-E., puis des schistes, des argiles schisteuses et des calcaires rouges ou gris, feuilletés et en lits minces. L'inclinaison s'accroît jusqu'à atteindre 70° à l'E.-N.-E. et à l'E. C'est dans ces roches, et particulièrement dans certains calcaires gris et rouges, qu'ont été recueillis la plupart des fossiles cités par de la Bèche.

Cette zône fossilifère est supportée par des schistes tendres renfermant des calcaires sableux, friables, auxquels succèdent de nombreuses alternances de calcaires gris et verts, de grès calcarifères blanchâtres, rouges et blancs, de schistes rouges, en partie siliceux et jaspoïdes, le tout en lits minces et sans fossiles. Cette série s'appuie à son tour contre un escarpement formé par un conglomérat sableux qui porte le village de Campiglia. Ces couches, placées d'abord sous la série plus ancienne et inclinée de 80°, deviennent

verticales, puis plongent à l'O. pour former la base de toutes les collines de grès à grain fin ou macigno. Ainsi le conglomérat et le macigno, qui lui est associé, ont partagé les divers mouvements et les inflexions qui ont affecté les calcaires plus anciens des Alpes apuennes et du golfe de la Spezzia.

M. Murchison ne doute pas que la bande fossilifère de Coregna ne représente le calcaire rouge à Ammonites ou l'Oxford-clay des Alpes, et que les couches si variées, placées entre elles et le macigno, ne soient quelque équivalent de la formation crétacée. Le golfe de la Spezzia, la vallée de la Magra et celle du Serchio, représenteraient trois lignes parallèles synclinales de macigno ; celui-ci aurait tout à fait disparu dans le golfe, ne laissant de chaque côté que les calcaires marbres ou les roches plus solides.

La coupe de la même localité donnée par M. Studer (1) semble être une combinaison de celles de sir R. Murchison et de M. Coquand ; mais l'auteur ne paraît pas avoir adopté l'idée du renversement émise par Pilla et soutenue par le géologue anglais. Les fossiles de Coregna le font hésiter sur le niveau réel des schistes noirs, et il signale aussi au-dessous les schistes marneux gris-jaunâtre avec des veines de quartz et des empreintes de *Posidonomya liasina.*

De Collegno (2), qui visita cette localité en 1847, mais ne publia que plus tard le résultat de ses recherches, en omettant de rappeler celles de ses prédécesseurs, et surtout de dire en quoi elles différaient des siennes, n'admit pas non plus qu'il y ait eu de renversement ; mais il adopta l'idée de M. Pareto (3), que la dolomie est un dyke introduit après les dépôts sédimentaires et non concordant avec eux. Les roches du golfe de la Spezzia seraient pour de Collegno une sorte de trait d'union entre celles des Alpes de la Lombardie et de la Vénétie d'une part, celles de l'Apennin toscan, des États de l'Église et du royaume de Naples de l'autre, et il est conduit à penser que la formation jurassique s'étend sous toutes les roches sédimentaires de l'Italie pour en former le *substratum* général.

Récapitulation des diverses opinions émises jusqu'en 1850.

Ainsi, bien que la Toscane ait été, depuis 1830, l'objet de beaucoup d'observations faites par des géologues étrangers et des géologues du pays, l'incertitude qui régnait encore en 1850 sur les rap-

(1) *Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 24, 1851.
(2) *Nota su i terreni dei contorni della Spezzia* (*Académie R. des sciences de Turin*, 23 fév. 1851).
(3) *Cenni geolog. sulla Liguria marittima*, p. 66.

ports stratigraphiques des couches jurassiques n'était pas moindre que celles que nous avons eu à constater pour le terrain tertiaire inférieur (*antè*, vol. III, p. 138) et pour la formation crétacée (*antè*, vol. V, p. 106).

En effet le *verrucano* a été classé dans la formation jurassique par MM. Sismonda, Savi et de Collegno, dans le trias par M. Pareto, dans le système cambrien par M. Coquand.

Les *calcaires marbres ou cristallins* de Carrare, etc., ont été réunis au terrain de transition par Brocchi et M. Coquand, à la formation jurassique par Hoffmann, L. Pilla et M. Savi, au lias particulièrement par MM. Pasini et Pilla, tandis que M. Curioni les regarde comme plus anciens.

Les *calcaires noirs de Porto-Venere* sont placés dans la formation jurassique indéterminée par la plupart des géologues, dans le lias par Pilla, dans l'oolithe inférieure par M. Coquand.

Les *calcaires rouges* sont *jura-liasiques* pour Pilla.

Les *schistes noirs à Ammonites* de Coregna, jurassiques pour la plupart des auteurs, sont d'abord du lias pour Pilla, qui les place ensuite dans l'Oxford-clay ainsi que sir R. Murchison, tandis qu'ils sont de l'oolithe inférieure pour M. Coquand.

L. Pilla et M. Murchison ont admis dans le promontoire occidental de la Spezzia un renversement des couches qui n'a pas été reconnu par les autres géologues, et de Collegno, de même que sir R. Murchison, a signalé une faille longitudinale dont M. Studer paraît avoir aussi constaté les effets.

Or, les causes de cette diversité d'opinions sont toujours les mêmes, savoir : la difficulté d'observer directement la stratification originaire et normale des couches, la détermination incomplète ou erronée des espèces fossiles et de leurs gisements, quelquefois aussi l'influence d'idées systématiques préconçues, ou bien encore la comparaison d'éléments qui ne sont pas comparables, ou qui, de part et d'autre, étaient encore mal connus, comme lorsque les observateurs ont mis en parallèle le versant sud des Alpes et les Apennins, c'est-à-dire enfin la réunion d'obstacles qui s'opposent à une conception claire des faits. Voyons si ce qui a été essayé depuis par deux savants italiens, qui habitent les lieux mêmes, s'approchera davantage de la vérité.

Recherches particulières de MM. Savi et Meneghini.

On a dit (*antè*, vol. V, pp. 111, 113) que les calcaires noirs de Porto-Venere, les calcaires à silex pyromaques des monts Pisans, des Alpes apuennes, qui recouvrent les schistes versicolores, les

calcaires gris des bords de la Tecchia, etc., avaient été rapportés par MM. Savi et Meneghini au groupe crétacé néocomien, et, si nous avons dû en parler de nouveau dans ce qui vient d'être dit, c'est qu'il n'eût pas été possible de bien comprendre les descriptions que les auteurs ont données de la série jurassique sous-jacente, sans mentionner aussi ces calcaires qu'ils y ont tous réunis. Actuellement nous suivrons MM. Savi et Meneghini (1) dans l'énumération des divers systèmes de couches qu'ils rapportent à la formation jurassique, et en allant de bas en haut, à partir des calcaires blancs saccharoïdes ou *calcaires à grains salins* comme ils les appellent, tout ce qui est au-dessous étant placé dans le trias ou dans le terrain de transition.

Calcaires à grains salins

(P. 16.) La partie principale de la grande masse calcaire superposée aux schistes et aux anagénites du verrucano se compose de calcaires à cassure céroïde, saccharoïde, à grain salin ou lamellaire. Ils sont souvent dolomitiques, légèrement grisâtres ou d'un blanc pur, rarement roses (marbre statuaire de la Corchia et de Monte Rombolo). Ils sont toujours sans silex, et à cette assise appartiennent les carrières de Carrare, du Monte Altissimo, de la Corchia dans le Serravezzino, de Monte Rombolo, dans le Campigliese, etc. La stratification originaire est très difficile à saisir ou à distinguer des fissures de retrait, et, lorsque les joints des couches existent, l'état cristallin de la roche les rend méconnaissables (p. 53). On a vu quelle incertitude a plané longtemps sur leur âge par suite de l'absence, de la rareté ou du mauvais état des fossiles. Quoiqu'on les trouve quelquefois concordants avec le lias au-dessus et avec les calcaires gris sans silex du verrucano au-dessous, sur divers points cependant ils sont discordants avec l'un et l'autre, ce que l'on peut attribuer à des phénomènes locaux.

Les seuls fossiles observés jusqu'alors étaient des restes de gastéropodes, d'acéphales, de polypiers zoanthaires (*Montlivaultia* spé-

---

(1) *Osservazioni stratigr. e paleontol. concernenti la geologia della Toscana*, in-8, avec coupes. Florence, 1851. Dans la première partie de leur travail les auteurs ont décrit les divers étages de bas en haut; dans la seconde, en traitant de leurs rapports généraux et de leur âge, ils ont suivi la marche inverse. Nous adoptons la première en réunissant tout ce qui dans les deux parties concerne le même sujet. Afin d'éviter les répétitions, nous avons aussi ajouté ce qui s'y rapporte encore dans le mémoire que M. Meneghini a publié deux ans après.

cifiquement indéterminable). Les acéphales sont des espèces nouvelles dont on ne peut rien conclure ; les gastéropodes appartiennent à 11 genres, dont 9 sont communs au trias et au lias, et 2, qui ne se trouvent que dans la formation jurassique ou au-dessus (*Pterocera*, *Nerinea*), sont douteux. Trois espèces peuvent être rapprochées de fossiles exclusivement jurassiques (*Chemnitzia globosa*, *Vesta*, *Fischeriana*) et une appartiendrait au trias (*Chemnitzia scalata*), de sorte qu'il y aurait, suivant les auteurs, plus de probabilité pour que ces calcaires fussent du lias inférieur que du trias ; mais ces conclusions reposent sur une base bien légère comme ils en conviennent eux-mêmes. Il ne serait pas impossible que ce système de couches si importantes, non-seulement en Toscane, mais dans une grande partie de l'Apennin central, où il serait représenté par des dolomies sans fossiles, n'appartînt au quatrième étage du lias, tel que nous l'avons considéré précédemment et que nous le retrouverons encore plus loin.

Plus tard M. Meneghini (1) a signalé, dans les monts Pisans ainsi que sur la Cornata de Gerfalco et dans les monts Calvi près de Campiglia, des fossiles caractéristiques qui démontreraient la liaison des marbres saccharoïdes avec le lias. Tels sont le *Nautilus striatus*, Brug., les *Ammonites bisulcatus*, Brug., *planorbis*, Sow., l'*Acteonina subabbreviata*, d'Orb., le *Pecten Hehli*, id. ? les *Pentacrinus pentagonalis*, Gold., et *subteres*, Munst. Mais l'auteur ne dit pas expressément comment cette liaison a lieu, ni si ces fossiles ont été recueillis dans les marbres blancs saccharoïdes, ou dans les couches qui semblent les représenter, ce qui serait différent. On comprend que les Peignes et les autres espèces nouvelles du calcaire blanc dolomitique, inférieur au calcaire rouge à Ammonites de la Cornata de Gerfalco ne prouvent rien, et il en est de même de la Posidonomye rencontrée dans la couche panachée de jaune, qui se trouve entre le marbre blanc des monts Calvi et le calcaire à Ammonites rouge de la même localité.

Calcaire ammonitifère.

Aux calcaires saccharoïdes succède un calcaire rouge brique ou blanc jaunâtre, rempli d'Ammonites et de crinoïdes, plus rarement de Bélemnites. Comme les précédents, il a été tellement modifié par les actions ignées, dans ses teintes, sa texture, sa dureté, la disparition des joints de stratification, que près de la Paduletta, des

(1) *Nuovi fossili toscani* (*Ann. dell' universita toscana*, vol. III, 1853).

carrières des Bains de la Duchessa, près San Guliano et au moulin de Fucinaja (Campigliese), on ne peut tracer de limite entre lui et le calcaire cristallin sous-jacent. Les deux assises se suivent d'ailleurs d'une manière tantôt discordante (monts des Sassi-grossi et près de la Foce di Baraglia), tantôt concordante (Pizzo di Sagro, dans les Alpes apuennes, et près de Pozuolo dans les monts Pisans). Les brèches brocatelles les plus célèbres proviennent de fragments du calcaire à Ammonites et du calcaire saccharoïde, cimentés par des produits ignés.

Les points où le calcaire rouge à Ammonites n'est pas altéré, et où ses fossiles le caractérisent bien, sont dans les montagnes occidentales du golfe de la Spezzia, au Monte Rosso, près de l'Alp de Corfino, dans la Grafagnana, aux monts de Filettole, de Gerfalco, de Caldana di Ravi et de Cetona. Dans ces diverses localités l'assise est divisée en deux parties : l'inférieure, composée de petites couches rouge brique, la supérieure de strates, plus épais, jaunâtres ou gris, avec de nombreux rognons de silex pyromaques qui manquent dans la première. Cette dernière variété de couches n'occupe pas d'ailleurs une position relative constante. Quelquefois, comme dans les montagnes de la partie occidentale de la Spezzia, elle se montre au-dessus et au-dessous du calcaire rouge, ce qui prouve assez leur contemporanéité.

Schistes versicolores.

Sur le calcaire à Ammonites vient une série de roches schisteuses, arénacées, alternant avec quelques bancs de calcaires impurs, souvent avec des silex pyromaques. Elles sont parallèles et exactement concordantes avec les calcaires sous-jacents auxquels elles se lient même par des alternances, et elles ont été aussi profondément métamorphisées. Ces roches passent de la sorte à des schistes coticules et à des phtanites (monts Pisans), à des schistes luisants (moulin de Caldana, au Vado di Cavalli, etc.); ailleurs, ils ressemblent, soit au grès de l'étage du macigno, soit à une anagénite identique avec celle du verrucano, soit encore à un stéaschiste. Les fossiles y sont à peu près nuls en Toscane. Dans la partie occidentale du golfe de la Spezzia, on y trouve beaucoup d'alvéoles de Bélemnites et des Ammonites. Leurs caractères pétrographiques, de même que leur position, établissent suffisamment leur parallélisme avec les autres roches analogues de l'intérieur du pays.

Dans la seconde partie de leur ouvrage (p. 44), MM. Savi et Meneghini ont considéré à la fois les schistes précédents et le calcaire rouge à Ammonites. Dans la vallée de Carrare, près de Mise-

glia, deux espèces de Lucines et une Pholadomye ont été rencontrées au milieu des schistes. Les diverses coupes données du promontoire occidental de la Spezzia montrent constamment ceux-ci entre les calcaires gris néocomiens ou marbre noir portor de Porto-Venere et le calcaire rouge à Ammonites.

On a déjà dit que les fossiles y étaient fort répandus, surtout dans l'axe de la montagne, près de la Castellana, à Campiglia, à la Coregna, etc., où ils surmontent le calcaire à Ammonites. Ce dernier, par suite d'une faille, non-seulement est devenu vertical, mais encore se trouve adossé au macigno, qui constitue, comme on l'a indiqué, une grande partie de la côte occidentale du promontoire. Sur les points où les schistes renferment le plus de fossiles et sont en même temps le plus rapprochés des calcaires à Ammonites, leurs teintes et leur texture sont semblables à ce que l'on observe dans les monts Pisans.

Malgré le peu d'épaisseur de cette assise et la ressemblance minéralogique de ses divers bancs, les fossiles qu'elle contient appartiendraient, suivant MM. Savi et Meneghini, non pas à une seule, mais à plusieurs périodes de la formation, c'est-à-dire à l'argile d'Oxford aussi bien qu'au groupe oolithique inférieur et au lias. Voyons sur quoi repose cette conclusion.

Quatre espèces sont, disent-ils, des formes voisines de celles de l'Oxford-clay, mais une seule (*A. tatricus*) serait identique de part et d'autre. Des 2 de l'étage oolithique inférieur, une seule (*A. Edouardianus*) a été reconnue identique. Des 21 autres espèces, 10 appartiennent aux divers étages du lias de l'ouest de l'Europe (*A. serpentinus*, *margaritatus*, *Loscombi*, *fimbriatus*, *cornu-copiæ*, *Grenouillouxi*, *bisulcatus*, *Conybeari*, *catenatus*, *raricostatus*); 11 sont ou des espèces voisines de formes connues dans le lias, ou bien des espèces propres au pays, et que l'on peut négliger. On voit de suite l'énorme disproportion des espèces du lias avec celles des deux autres groupes de la formation, et, si l'on réfléchit que l'*Ammonites tatricus* n'est peut-être que l'*A. heterophyllus*, et l'*A. Edouardianus*, espèce rare de l'oolithe inférieure du Calvados, l'*A. variabilis*, d'Orb., du lias supérieur, le prétendu mélange d'espèces des trois groupes, invoqué par les auteurs, deviendra plus que douteux. Ne perdons pas de vue, non plus, que MM. Savi et Meneghini ne considèrent que le genre Ammonites et ne mentionnent point les autres.

Le calcaire rouge à Ammonites, développé dans plusieurs parties de la Toscane, n'est pas constamment fossilifère. Quelquefois les débris organiques y manquent tout à fait, ou bien il n'y a que des

crinoïdes (Pizzo di Sagro de Campiglia) et de rares Ammonites (Caldana di Ravi, Montarcinti). Ces dernières abondent cependant à Sasso-Rosso en Grafagnana, dans les montagnes au delà du Serchio, à Gerfalco, et sont associés aux Bélemnites sur ces derniers points.

De l'examen des fossiles de ces diverses localités où les gisements ont été bien constatés, il résulte que les Ammonites, les Bélemnites et les crinoïdes appartiennent tous au groupe oolithique inférieur et à celui du lias. En outre, le plus grand nombre des espèces serait propre au troisième étage du lias et le plus petit au premier; 18 espèces appartenant au troisième, 6 au second et 6 au premier, la place définitive de ces calcaires rouges serait bien alors dans le lias, comme l'avait dit M. Coquand en 1846, et non dans le groupe supérieur, ainsi que le prétendait M. Savi. Cette dernière opinion provenait de ce que le savant géologue italien confondait les calcaires rouges à Ammonites de la Toscane avec ceux de la Lombardie, parce qu'on avait cité l'*Ammonites tatricus* dans le calcaire rouge de Grafagnana, enfin parce qu'on considérait comme crétacés, à cause de la présence des fucoïdes, les schistes supérieurs aux calcaires à Ammonites de la Toscane. Actuellement, les schistes versicolores seraient, suivant MM. Meneghini et Savi, les représentants du calcaire rouge à Ammonites de la Lombardie, et le calcaire rouge de la Toscane, plus ancien, serait le lias; enfin ils insistent de nouveau sur le prétendu mélange d'espèces dans les schistes versicolores, mélange dont nous avons fait voir le peu de probabilité suivant l'état actuel des choses.

D'après les observations de M. Vecchi et de M. Caillaux, les montagnes du Cetonais, à l'extrémité sud-est de la Toscane, offriraient des caractères plus analogues que les précédents avec les couches jurassiques de la Lombardie, de la Vénétie, et qui s'accorderaient également avec ce que l'on connaît dans l'Ombrie, les montagnes d'Assisi et de Cesi, à l'est.

En revenant plus tard sur ce sujet, M. Meneghini (1) a encore signalé, dans le calcaire rouge de la Cornata di Gerfalco, les Ammonites suivantes recueillies par M. Nardi : *A. bisulcatus*, Brug., *Conybeari*, Sow., *stellaris*, id., *spinatus*, Brug., *heterophyllus*, Sow., *bifrons*, Brug., *mimatensis*, d'Orb., *complanatus*, Brug., c'est-à-dire toujours des espèces qui, dans le nord-ouest de l'Europe, mar-

---

(1) *Nuovi fossili toscani illustrati* (*Ann. dell' universita toscana*, vol. III, 1853, p. 8 du Mém.)

quent des horizons distincts du lias. Dans les calcaires rouges des Monti Calvi, où l'on n'avait jusqu'alors rencontré que des fragments de Pentacrines, un seul banc, de quelques pouces d'épaisseur, a présenté des Bélemnites et une multitude d'Ammonites, dont plusieurs de très grandes dimensions. Ce sont les *A. bisulcatus*, Brug., *Boucaultianus*, d'Orb., *Conybeari*, Sow., *margaritatus*, d'Orb., *fimbriatus*, Sow., *brevispina*, id., *armatus*, Sow., *Loscombi*, id., *spinatus*, Brug., *Buvignieri*, d'Orb., *mimatensis*, id., *heterophyllus*, Sow.

Ces mêmes fossiles ont été retrouvés sur le flanc occidental du Mont Summano, dans la vallée de Nievole, partie la plus orientale de l'ellipsoïde du Monte-Pisano, puis au Sasso-Rosso, dans l'Alp de Corfino, où M. I. Cocchi a observé les *Ammonites insignis*, Schubl., *radians*, Schloth., *complanatus*, Brug., *aalensis*, Ziet., *sternalis*, de Buch, *fimbriatus*, Sow., *Bonnardi*, d'Orb., *Boucaultianus*, id., *Charmassei*, id., *pluricosta*, Men. Ces espèces, ajoutées à celles déjà connues dans cette région, élèvent à 37 leur nombre total. M. Meneghini admet qu'il y a 47 espèces d'Ammonites dans le calcaire rouge de la Toscane. Sur ce nombre, 22 appartiendraient au troisième étage du lias, 14 au second et 11 au premier. Mais comme ce classement stratigraphique, de même que la détermination des espèces, ne paraît reposer que sur les listes et les descriptions d'Alcide d'Orbigny, on ne peut guère leur accorder qu'une valeur relative assez faible, tant que la comparaison d'éléments plus complets n'aura pas été faite.

M. Meneghini rapporte aussi diverses observations alors inédites de MM. Spada et Orsini sur la partie centrale des Apennins; mais nous les passons ici sous silence, devant traiter plus loin, et d'une manière spéciale, des travaux de ces deux géologues. Au premier abord, continue M. Meneghini, il semble qu'on puisse, sous le point de vue des roches, diviser le lias de la Toscane en *lias inférieur* (calcaires blancs cristallins, saccharoïdes ou céroïdes), *lias moyen* (calcaire rouge ammonitifère), *lias supérieur* (calcaire gris clair avec silex). Mais, outre que ces caractères ne persistent pas sur de grandes étendues, les fossiles que ces divisions renferment ne correspondent point à ceux des trois étages supérieurs du groupe dans le reste de l'Europe. On trouve, à la vérité, avec les Pentacrines du marbre blanc à cassure céroïde, d'autres fossiles incontestablement du lias, tels que les *Ammonites bisulcatus*, *planorbis*, le *Nautilus striatus*, etc.; mais il ne s'ensuit pas nécessairement que le calcaire

rouge et le calcaire gris clair, qui sont au-dessus, représentent les deux autres étages, car l'*A. bisulcatus* y existe de même, associée avec d'autres espèces du troisième étage, et avec celles du second et du premier. Aussi M. Meneghini regarde-t-il comme probable que le tout appartient au troisième. D'ailleurs, le calcaire rouge à Ammonites ne paraît pas se rattacher à celui de l'Apennin central et de la Lombardie, qui représenterait exclusivement l'étage supérieur.

Il résulte de là qu'au-dessus du calcaire rouge de l'Apennin central les calcaires blancs, compactes, en lits minces, qui deviennent marneux, verdâtres, passent à des schistes, et se continuent jusqu'au groupe néocomien, ne correspondent pas aux schistes versicolores peu caractérisés par leurs fossiles, et qui surmontent le calcaire rouge de la Toscane, tandis que, dans le promontoire occidental du golfe de la Spezzia, le calcaire rouge avec *Ammonites bisulcatus* est recouvert de schistes semblables, mais remplis de ces petites Ammonites si souvent mentionnées depuis M. Guidoni. Or, d'après certains paléontologistes, il semble encore y avoir, parmi ces dernières, une prédominance d'espèces du troisième étage du lias, puisque l'*A. bisulcatus* se montre dans les couches les plus élevées de la série, ainsi que les *A. margaritatus*, Montf., *Loscombi*, Sow., *fimbriatus*, id., *Grenouillouxi*, d'Orb., *serpentinus*, Schloth., *Edouardianus*, d'Orb., *tatricus*, Pusch.

Avec les schistes versicolores se termine la formation jurassique de la Toscane. M. Meneghini donne ensuite la liste des Ammonites du calcaire rouge de ce pays et celle du calcaire rouge de l'Apennin central ; mais ces espèces, rangées dans les divers étages théoriques, suivant les listes de fossiles de paléontologistes étrangers, n'ajoutent rien à ce qui vient d'être dit, et surtout ne lèvent aucune des incertitudes qui règnent encore sur ce sujet. On remarquera qu'ici l'auteur ne parle pas des autres fossiles qui doivent accompagner les Ammonites, et dont la connaissance serait également utile.

Observations diverses.

M. I. Cocchi, à qui l'on doit un travail récent intitulé : *Description des roches ignées et sédimentaires de la Toscane dans leur succession géologique* (1), sans s'embarrasser dans le dédale d'une question fort obscure encore, a divisé plus simplement le lias en deux parties, dont l'épaisseur totale serait de 300 mètres aux monts Calvi, suivant M. Burat. Dans l'inférieure se rangent les calcaires

(1) *Bull.* 2ᵉ sér., vol. XIII, p. 237, 1856.

blancs, cristallins et saccharoïdes des Alpes apuennes, les calcaires lamellaires de Campiglia et de l'île d'Elbe, et les calcaires céroïdes des montagnes de Pise, c'est-à-dire tous les marbres statuaires; dans la supérieure, les calcaires compactes rouges, jaunes ou gris, avec silex, et des schistes argileux vers le haut. Partout, au-dessus des marbres, cette division recouvre la précédente, généralement à stratification concordante. L'auteur donne quelques détails sur les divers marbres exploités dans ces deux parties du lias, et nous ne pouvons mieux faire que de renvoyer, comme lui, le lecteur, qui désirerait connaître plus complétement les belles roches de ce pays, employées dans les arts, à un excellent rapport qu'a fait M. Delesse sur les *Matériaux de construction de l'Exposition universelle de* 1855 (1).

Dans une nouvelle coupe qu'a faite M. Meneghini du promontoire occidental de la Spezzia, et que donne M. Cocchi, on remarque une couche non encore signalée de schistes à empreintes d'Ammonites, qui seraient supérieurs à toute la série observée jusque-là sur ce point. Les formes qu'on y a reconnues se rapprochent des *Ammonites solaris*, Phill., *interruptus*, Brug., *virgatus*, de Buch, *mutabilis?* Sow., *Toucasianus*, d'Orb., *Lamberti*, Sow., *cadomensis*, Defr., c'est-à-dire des formes des quatre groupes jurassiques, mais parmi lesquelles domineraient celles du groupe moyen. Les schistes versicolores de la chaîne métallifère de la Toscane seraient placés sur le même horizon que cette couche.

(P. 248.) M. Cocchi ne doute point des associations réelles et originaires d'espèces de divers étages que nous avons rapportées, parce qu'elles sont, suivant lui, indépendantes de tout bouleversement des couches, de tout remaniement ultérieur, et que cette circonstance se reproduit dans plusieurs localités fort éloignées les unes des autres, dans des assises très étendues, peu épaisses, conservant toujours la même régularité et la même constance.

§ 2. — États Romains.

Observations diverses.

Sur l'*Esquisse d'une carte géologique de l'Italie*, dressée en 1844 par H. de Collegno, la formation jurassique occupe une large bande alignée du N.-O. au S.-E., constituant toute la partie centrale de la péninsule, depuis les environs de San-Sepolcro au

(1) P. 167, 178, in-8. Paris, 1856.

nord-est d'Arezzo jusqu'à Bénévent dans le royaume de Naples. Sa plus grande largeur se trouve entre Narni et Ascoli, et, sur son pourtour, elle est bordée par la formation crétacée dans laquelle l'auteur comprend le groupe tertiaire nummulitique et que circonscrivent à leur tour, sur une grande partie de son étendue, les dépôts tertiaires supérieurs. Des environs de Civita-Castellana à Gaëte et présentant ensuite vers l'E. des digitations profondes, une seconde bande jurassique fort étroite rejoint l'extrémité sud de la grande zone centrale dont elle est séparée par un massif de roches plus récentes, allongé comme la chaîne, de Rieti à Piedimonte.

L'*Ammonites costatus*, dit L. Pilla (1), a été rencontré dans les calcaires du Monte-Corno (Abruzzes), et les calcaires des environs de Terni sont remplis d'Ammonites (*A. tortilis*, d'Orb.). Dans une coupe théorique indiquant la position relative des terrains de l'Apennin central, MM. Spada Lavini et Orsini (2) indiquent, entre le Pico di Sivo et le Mont-Vettore, au-dessous des calcaires à Nummulites : 1° un calcaire rouge ammonitifère ou *majolica* avec silex ; 2° un calcaire jurassique avec silex ; 3° une dolomie constituant le massif du Mont-Vettore. Ils pensent que les calcaires argileux avec des lits de silex, assimilés au calcaire *majolica* de l'Italie septentrionale (3), et le calcaire à Ammonites auquel le précédent passe insensiblement constituent la partie supérieure de la formation. Ces calcaires reposent d'une manière concordante sur une autre série de couches avec des lits de silex rouges, noirs ou gris, devenant dolomitiques vers le bas et formant alors le *substratum* de toutes les roches visibles du pays.

Les principales rides de l'Apennin du sud de la Toscane, dit sir

---

(1) *Saggio comparativo dei terreni*, etc. *Essai comparatif des terrains qui composent le sol de l'Italie*. Pise, 1845. M. Studer signale, d'après Hoffmann, l'*Ammonites Conybeari* dans le calcaire rouge des Abruzzes, où Pilla aurait aussi rencontré les *A. obtusus* et *tatricus*, et d'autres formes de la section des *Arietes* (*Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 19).

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 408, pl. 11, 1845.— *Neu. Jahrb.*, 1847, p. 360.

(3) On a vu (*anté*, vol. V., p. 115), que sir R. Murchison ne regardait pas ces calcaires à silex comme jurassiques, mais comme appartenant au groupe néocomien.

R. Murchison (1), sont jurassiques et sortent çà et là de dessous les formations plus récentes. Des Ammonites voisines de l'*A. elegans* existent dans les montagnes à l'est de Pérouse, dans le marbre de *Monte Malbe*, à l'ouest de cette ville ; l'*Ammonites tatricus* et d'autres espèces de l'Oxford-clay sont citées dans les calcaires de Monte Subesio, à l'est d'Assise et à la Rossa, entre Fossato et Fimbriano. Dans cette région, comme dans les Alpes apuennes et à la Spezzia, ces roches à Ammonites forment des axes, se relevant de dessous les dépôts crétacés ou tertiaires (macigno). A Cesi, près de Terni, sur le revers occidental de la chaîne, les calcaires et les argiles sont semblables aux calcaires rouges à Ammonites des Alpes vénitiennes ou de la Spezzia, et ils présentent un vaste escarpement opposé aux couches tertiaires sub-apennines de la vallée du Tibre. Les *Ammonites tatricus*, *biplex*, etc., y sont fréquents. Les roches rouges de Cesi qui seraient de l'étage d'Oxford reposent sur un calcaire gris, de 300 et 400 mètres d'épaisseur, avec des rognons de silex. Des calcaires en dalles et des masses de dolomies leur succèdent. D'après M. Ponzi, on voit fréquemment, le long du bord occidental de la principale chaîne de Scheggia et de Monte-Cucco, à Fossato-Gualdo et à Cal-Fiorito au S.-S.-E., affleurer les calcaires jurassiques qui passent sous les roches crétacées.

Cette ride est parallèle à d'autres semblables du même âge, telle que celle du Mont-Subasio et ses prolongements à l'est de la vallée de Spolète. Une seconde est celle de Cesi, à l'ouest de Terni ; une troisième celle du Mont-Cetona, et d'autres existent encore dans la Maremme toscane, de sorte que le massif de la péninsule est divisé en chaînons dirigés N.-N.-O., S.-S.-E. Le marbre désigné sous le nom de *cottanello*, dont on a fait les grandes colonnes de la façade de Saint-Pierre de Rome, et la brèche de *Simone* sont les représentants, dans ce pays, du calcaire rouge à Ammonites que l'auteur rapporte à l'Oxford-clay.

M. Ponzi (2) a fait voir les rapports des couches présumées jurassiques, dans une coupe fort intéressante, revue par le colonel Le Blanc et qui traverse toute la péninsule, depuis Civita-Vecchia jusqu'à Ancône. On y remarque ces couches formant trois axes anti-

(1) *On the structure of the Alps*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 270, fig. 2 et 3, 1848). — Voy. aussi Studer, *Geol. der Schweiz*, vol. I, p. 13, 1851.

(2) *Bull.*, 2ᵉ sér. vol. VII, pl. 7, 1850.

clinaux, dont un médian, de beaucoup le plus considérable et comprenant le massif principal de l'Apennin, du Mont-Vettore au Mont-Martini à l'ouest, et les deux autres bordant la côte aux extrémités du profil. La coupe longitudinale de la zone volcanique du Latium montre aussi les affleurements des roches jurassiques sur plusieurs points et leurs relations avec les sédiments tertiaires comme avec les produits volcaniques de ce pays.

Recherch de MM. Spada Lav et Orsini.

Dans la portion des États de l'Église que traverse la chaîne des Apennins, les couches jurassiques, entourées de dépôts caractérisés par des Hippurites, constituent des massifs distincts de montagnes qui se prolongent suivant une même ligne, dirigée du N.-O. au S.-E. (1). D'autres massifs moins élevés, formés des mêmes roches et ayant une direction parallèle, se détachent des flancs de cette chaîne centrale, sur le versant de l'Adriatique aussi bien que sur celui de la Méditerranée. Les contre-forts adossés à ces montagnes sont composés de dépôts tertiaires inférieurs et moyens, et c'est entre eux et la mer que se sont accumulés les sédiments tertiaires supérieurs et quaternaires. Le parallélisme de ces diverses chaînes détermine des vallées longitudinales plus ou moins étendues, tandis que celles qu'on observe entre les contre-forts et la mer sont presque perpendiculaires à la direction générale des Apennins.

Les montagnes de la ligne centrale s'élèvent progressivement du N. au S., depuis le Mont-Nerone (Romagne) où leur altitude est de 1500 mètres, le Mont-Sibilla de 2213, le Mont-Vettore 2458, jusqu'au Monte-Corno ou Gran-Sasso d'Italia (Abruzzes) qui atteint 2998 mètres au-dessus de la mer et qui est, comme l'avait dit sir R. Murchison, le point culminant de toute la chaîne des Apennins. A partir de cette cime, les montagnes s'abaissent vers le sud ; la Maiella à 2800 mètres, le Mont-Velino à 2472, le Mont-Miletto à 2110, le Mont-Froscolone, près Meta, à 2096 (provinces de Molise et de Labour), le Mont-Dolcedorme à 2213, le Mont-Rubbia (Basilicate) à 1819, le Mont-Cucuzzo à 1757, et l'Aspromonte (Calabre) à 1401.

Les montagnes affectent des formes symétriques et arrondies jusqu'au commencement de la chaîne de la Sibilla au nord-ouest

(1) Spada Lavini et Orsini, *Quelques observations géologiques sur les Apennins de l'Italie centrale* (*Bull.*, 2ᵉ sér., vol. XII, p. 1202, pl. 32, 1855). — Voy. aussi S. G. Flaminj, *Carta geologica della provincia di Bologna e descrizione della medesima.* Imola, 1842?

partie des flancs et des sommets de l'Apennin, et semble devoir représenter ce que les auteurs appellent le *terrain jurassique supérieur* de ce pays. Elle se trouve en effet partout entre les couches les plus élevées, rapportées encore au lias et les calcaires crétacés à Hippurites. On y signale les *Ammonites plicatilis*, Sow., *Duncani*, id., *tatricus*, Pusch, *Humphriesianus*, Sow., *polymorphus*, d'Orb., *Zignodianus*, id., *simplex*, id., *athleta*, Phill., *sabaudianus*, d'Orb., *Murchisonæ*, Sow., *Sutherlandiæ*, Murch., *Livizziani*, de Hauer, *Yo*, d'Orb., *Albertinus*, Cat., *quinquecostatus*, id., avec la *Terebratula diphya*, de Buch, et une grande quantité d'*Aptychus lamellosus*, *Parkinsoni*, etc.

On voit ainsi, parmi ces Ammonites, des espèces propres ailleurs à l'oolithe inférieure, et que nous avions déjà citées dans les assises sous-jacentes, associées à des espèces dominantes du lias, et se montrer avec des espèces caractéristiques du groupe moyen ou de l'Oxford-clay, de même que nous avions vu l'*A. tatricus* de ce dernier associé avec des espèces propres au lias ; de sorte qu'à mesure qu'on s'élève dans les couches jurassiques de l'Apennin, il y aurait un mélange d'espèces tel que, bien qu'on observe de bas en haut des modifications paléontologiques dans le sens même où elles ont lieu dans d'autres pays, ces modifications semblent être beaucoup moins brusques, et l'on trouve toujours un certain nombre d'espèces dont la présence relie entre eux les termes extrêmes de la série.

Entre ces derniers dépôts jurassiques des Apennins et les calcaires à Hippurites proprement dits, sont des calcaires en plaques avec des *Aptychus* qui semblent représenter le groupe néocomien. Nous reproduisons ici la partie du premier tableau de MM. Spada et Orsini qui résume leurs observations sur la formation jurassique de l'Apennin dans l'Italie centrale :

Groupe oolithique.	Calcaire en dalles, verdâtre ou blanc, alternant avec des marnes dures ayant la même couleur et des silex pyromaques.	*Ammonites plicatilis*, *Duncani*, *Zignodianus*, *Yo*, *athleta*, *sabaudianus*, *tatricus*.
Lias.	Calcaire argileux rouge et marnes rouges, très rarement grisâtres ou jaunâtres.	*Ammonites primordialis*, *sternalis*, *comensis*, *bifrons*, *heterophyllus*, *mimatensis*, *insignis*.
	Calcaire compacte, jaunâtre, ferrugineux, alternant avec des marnes dures, ferrugineuses.	*Ammonites fimbriatus*, *subarmatus*, *normanianus*, *muticus*, *Terebratula lampas*, *resupinata*, etc.
	Calcaire compacte, gris clair ou blanchâtre, à silex.	*Ammonites bisulcatus*, *Conybeari*, *fimbriatus*, *bifrons*.
	Dolomie.	

Un second tableau est destiné à faire voir l'étendue verticale, ou le passage d'une division à une autre, des différentes espèces d'Ammonites qu'a déterminées M. Meneghini. Ce qu'on vient de dire nous dispense de nous appesantir sur ce sujet; et le troisième tableau montre l'extension horizontale des espèces d'Ammonites dans les diverses parties de l'Italie. On peut regretter que, comme nous l'avons fait remarquer pour la Toscane, les auteurs ne se soient occupés que des espèces d'un seul genre. Celui-ci, quelque important qu'il soit, ne peut suppléer aux déductions que fourniraient les autres débris organiques de cette période. Aussi nous abstiendrons-nous de reproduire des rapprochements basés sur des faunes encore si incomplétement connues. Quant aux coupes que MM. Spada et Orsini ont jointes à leur mémoire, elles contribuent beaucoup à en faciliter l'intelligence et font bien connaître les relations des diverses systèmes de couches qu'ils ont étudiées.

§ 3. — Royaume de Naples.

La zone, dont nous venons d'esquisser les principaux caractères géologiques dans les États Romains, se continue au S.-E. avec le même aspect dans le royaume de Naples. Sur la carte géologique générale de Collegno, le Monte di Corno ou Gran Sasso d'Italia est en partie formé de roches crétacées ou nummulitiques, et entouré de roches jurassiques modifiées (*antè*, vol. V, p. 116) (1), mais nous ne possédons pas encore de données suffisantes pour bien juger de la nature de ce massif principal de la Péninsule. Nous savons seulement que celui de la Maiella, qui en est peu éloigné, semble appartenir au groupe nummulitique dans lequel nous avons cité les *Nummulites complanata*, Lam., *Tchihatcheffi*, d'Arch., *Carpenteri*, id., *Ramondi*, Defr., *biaritzensis*, d'Arch., *striata*, d'Orb., *planulata*, id., *exponens*, J. de C. Sow., *spira*, Roiss. (2).

Lorsque d'Aquila on se dirige vers le sud, dit M. Studer (3), d'après Hoffmann, on traverse des conglomérats de travertin, et, dans la plaine de Paganico, un calcaire blanc, compacte, comme celui du Jura, et un calcaire gris clair à grains verts, alternant avec

(1) L'altitude du Monte-Corno, que nous avions d'abord évaluée à 2902 mètres, serait, comme on vient de le dire, de 2998 mètres.

(2) D'Archiac et J. Haime, *Monographie des Nummulites*, p. 853.

(3) *Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 11, 1851. — Voyez aussi *Arch. f. Miner.* de Karsten, vol. XIII, 1839. — Observations recueillies en Italie et en Sicile, en 1830-32, par F. Hoffmann.

les calcaires des Apennins. Sur le sommet étroit de la Marchesa est un calcaire gris, compacte, en lits minces, avec silex, Térébratules et une Ammonite ressemblant à l'*A. Gowerianus*, Sow. Le cône du Gran Sasso se termine, vers le S.-E , par une crête tranchante. La route de Teramo, taillée dans ce massif et le mont de la Comigia, a été ouverte dans une dolomie d'un blanc pur, sans doute du même âge que celle dont nous avons parlé, plus au nord.

Dans le prolongement méridional de la bande jurassique que nous avons dit, d'après la carte de Collegno, se terminer ou disparaître presque complétement sous les dépôts tertiaires de Bénévent à Ariano, un ruban fort étroit et flexueux la relie, jusque près de Nola et d'Avellino, au massif sud-est, qui s'arrondit bientôt et atteint la largeur de la zone nord. Celui-ci, dirigé toujours du N.-O. au S.-E., du Monte-Morano à Castrovillari, Cassano et Saint-Marco, bornant la mer à l'ouest et formant le promontoire de Sorrente, est limité à l'est par des dépôts tertiaires. Le long de l'Adriatique, la partie occidentale du massif du mont Gargano serait du même âge, et, dans la province de Bari, de Canosa à Gioja, un autre grand lambeau jurassique s'étendrait parallèlement à la côte. La Calabre offre des îlots séparant çà et là les couches tertiaires des roches cristallines. Tel est celui de Rossano à Catanzaro, le mont Lucerna, à l'ouest de Cosenza, un autre à l'ouest de Catanzaro, puis à l'ouest du cap Stilo, à l'ouest de Gérace, au cap Spartivento, au cap del Armi, tous deux à la pointe extrême de la Péninsule; enfin, en Sicile, les calcaires de Taormine à Francavilla, et qui entourent le San Felippo, puis ceux des monts Pélores, entre Messine et Melazzo.

L. Pilla (1) a décrit, entre Lagonegro, Latronico et Castelluccia, dans la Basilicate, des schistes siliceux ou phtanites, constituant des collines et des montagnes. Des lydiennes et des couches charbonneuses y sont subordonnées, et les strates sont partout fortement disloqués et contournés. Ces roches passent à des phyllades qui alternent avec des quartzites, puis à une grauwacke schisteuse, à des schistes cristallins, à un schiste talqueux, à des grès, à des marnes et à des argiles, qui s'appuient sur un calcaire d'apparence jurassique, caractérisé par des Nérinées; de sorte que toutes ces roches métamorphiques seraient postérieures à ces dernières. Mais on peut aussi penser qu'elles appartiennent à la formation qui nous

(1) *Brano di lettera scritta*, etc. *Fragment d'une lettre adressée à M. Élie de Beaumont* (*Il progresso delle scienze*, etc. *Nov. ser.*, n° 39, p. 101, 1838).

occupe, et c'est en effet pour cela qu'elles sont marquées sur la carte de Collegno comme des *roches jurassiques modifiées.*

Il est difficile de rien conclure de ce que le même géologue a communiqué au congrès des savants italiens réunis à Padoue en 1842 (1). Il divise, comme on l'a vu (*anté*, vol. III, p. 155, et vol. V, p. 116), la chaîne méridionale des Apennins en deux régions : l'une s'étendant des Abruzzes au commencement de la Calabre jusqu'à Castrovillari, l'autre de ce point au cap Spartivento. Les détails sur les caractères pétrographiques des roches, la citation tantôt de Nummulites, tantôt d'Hippurites, en l'absence de tout travail stratigraphique régulier, ne nous apprennent absolument rien d'essentiel.

Nous en dirons presque autant de deux coupes prises à chaque extrémité du royaume de Naples (2) : l'une, au nord, s'étend de l'embouchure du Garigliano à celle du Tronto, en suivant une ligne brisée ; l'autre, au sud, partant du cap Vaticano, traverse la Calabre jusqu'au cap Stilo. Dans la première, l'axe de la chaîne est représenté comme formé d'un calcaire jurassique ou d'un calcaire compacte blanchâtre rapporté à cette formation. Pilla signale quelques Ammonites au Gran Sasso (Abruzzes) et au mont Gargano (Pouille), puis les roches crétacées et nummulitiques dans d'autres localités. Il mentionne des restes de poissons à Pietra-Roja, Castellamare, Giffuni (3), et, sur certains points, de grands amas de dolomies. Les assises jurassiques sont les plus anciennes de l'Apennin, et nulle part on n'aperçoit leur *substratum*. A l'est du Monte-Corno, du côté de l'Adriatique, la formation crétacée leur succède ; c'est ce que l'auteur appelle le *grès apennin*, qui appartient à la zone méditerranéenne.

Dans la coupe méridionale, l'axe central est formé par le granite passant au gneiss et à la pegmatite. A l'est de la montagne de la Colla des aphanites schisteuses passent à des phyllades, et un calcaire lamellaire blanc ou blanc rougeâtre leur succède. Ce dernier s'étend le long de l'Apennin jusqu'à l'extrémité de la Ca-

---

(1) Séance du 28 septembre.

(2) *Atti della prima riun. degli sc. italiani*, p. 86, Pise 1839. — *Atti della sesta riun.*, etc. *in Milano*, p. 545-567, in-4, 1844-45. — *Saggio comparativo dei terreni*, etc. Pise, 1845.

(3) Les Ichthyolithes du val Giffuni ont été rapportés au lias ; ce sont : *Semionotus Pentlandi*, Egert , *pustulifer*, id. *minutus*, id. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 183). — Voy. *anté*, vol. V, p. 117.

labre et ressemble beaucoup à celui de Taormine où l'on a trouvé des Ammonites et des Bélemnites. Aussi Pilla était-il porté à le ranger dans la formation jurassique. Un banc puissant de fer hydraté, régulièrement intercalé entre les phyllades et ce calcaire, constitue la mine de fer la plus riche du royaume. Il alimente les grandes usines de Mongiana et de Ferdinandea. Un grès macigno et des argiles semblables à ce que l'on a vu dans la coupe septentrionale recouvrent les calcaires jurassiques.

(P. 92.) M. P. Savi a fait observer que la structure géologique des Apennins dans le royaume de Naples différait peu de celle de cette chaîne en Toscane. Les phyllades avec les diorites qui leur sont associés représenteraient le verrucano, et le calcaire jurassique le lias de l'Apennin. Le grès macigno est identique de part et d'autre; seulement le calcaire sur lequel il repose en Toscane manquerait au sud.

Nous ne reviendrons pas sur les calcaires du promontoire de Sorrente rapportés par quelques géologues à la formation jurassique et dont nous avons déjà parlé (*antè*, vol. V, p. 119) (1), non plus que sur ceux des environs de Gaëte (ibid., p. 118) et du mont Gargano (*antè*, vol. III, p. 155, et V, p. 119). Cette dernière montagne constitue un massif isolé formé par la réunion de plusieurs sommités que séparent des gorges et des vallées, limitées au N.-N.-O. et au N.-E. par la plaine de la Capitanate, et à l'O. par des vallées et des collines qui la séparent des Abruzzes. Le sommet le plus élevé, qui paraît être le Monte-Calvo aurait environ 1300 mètres d'altitude. Nous avons mentionné les couches nummulitiques qui entrent dans la composition de ce massif, particulièrement au mont Saracino (2). Les couches crétacées, suivant M. de Tchihatcheff (3), seraient comme on l'a vu des calcaires sableux avec silex, des calcaires à gros grains sans silex, des calcaires compactes à cassure conchoïde avec des Nérinées et des Sphérulites, les couches juras-

(1) Voy. sur cette localité un mémoire plus récent accompagné d'une carte géologique, par M. C. Puggaard (*Bull.*, 2e sér. vol. XIV, 1857).

(2) *Antè*, vol. III, p. 155. — Nous rectifierons et compléterons ici la liste que nous avons donnée des Nummulites renfermées dans les calcaires blancs de cette localité; ce sont : les *N. Carpenteri*, *Tchihatcheffi*, *mollis*, *lævigata ?*, *Brongniarti ?*, *discorbina*, *exponens* (D'Archiac et J. Haime, *Monographie des Nummulites*, 1853).

(3) *Neu. Jahrb.*, 1er cah., 1841. — *Bull.*, 1re sér., vol. XII, p. 412, 1841.

siques des calcaires compactes blanc jaunâtre ou bruns, à cassure conchoïde avec des brèches, un calcaire grenu jaune, blanc, rouge ou noir (marbre du pays), enfin un calcaire fibreux, blanc ou nuancé de rouge, ayant l'aspect du jaspe. Ces couches, qui forment les parties les plus élevées du système, plongent au S.-O. Leur direction est celle de l'Apennin et la direction moyenne du massif lui-même.

D'après le même savant (1), le terrain secondaire de la partie sud de l'Italie se divise en calcaire blanc jaunâtre, à cassure conchoïde, ressemblant au calcaire jurassique de la France et de l'Allemagne, et en calcaire noir, souvent d'une odeur fétide, plus ou moins cristallin, constituant la moitié des masses calcaires de cette partie du royaume de Naples et une portion considérable de la Sicile. La rareté des fossiles dans ces deux roches et leur position relative, qui n'a pu être établie d'une manière suffisante, lui font émettre des doutes sur leur synchronisme réel et définitif. Quoi qu'il en soit, d'après quelques analogies avec les roches des Alpes maritimes et des environs de Nice, l'auteur les rapporte toutes deux à la période jurassique.

Ainsi constituée, la formation occupe une bande qui, des environs de Cetrato, sur le bord de la mer Tyrrhénienne, remonte en s'élargissant jusqu'au golfe de Salerne, où elle forme la pointe de la Campanella et la masse détachée de l'île de Capri (2). Elle s'éloigne de la côte et contourne à l'ouest les roches volcaniques et les tufs pour rejoindre la grande masse calcaire qui s'étend au nord jusqu'à l'Adriatique. Outre ce massif principal, on trouve, dans les Calabres ultérieure et citérieure, des lambeaux de calcaire secondaire, isolés et entourés de roches primaires ; tels sont ceux de la montagne de Bove, de Brancaleone, de Colle delle Armi à l'extrémité de la péninsule, le massif à l'ouest de Stilo, la montagne de Tiriolo et le Monte-Cucuzzo. M. de Tchihatcheff montre que ces îlots calcaires se rattachent plus ou moins intimement à la lisière de dépôts marneux, probablement jurassiques supérieurs suivant lui, qui bordent le littoral oriental de la Calabre.

Les montagnes de Tiriolo dans la Calabre ultra seconda, et celle de Cucuzzo à l'est de Cosenza sont les seules masses calcaires réellement isolées au milieu des roches cristallines. Autour de Stilo, ce sont des assises très puissantes qui reposeraient, soit immédiate-

(1) *Coup d'œil sur la constitution géologique des provinces méridionales du royaume de Naples*, in-8°. Berlin, 1841.

(2) Cette partie du pays a été rangée dans la formation crétacée (*anté*, vol. V, p. 119).

ment sur un schiste argileux, soit sur les dépôts ferrugineux dont nous venons de parler, placés entre les calcaires et les schistes. Ceux-ci sont rapportés par M. de Tchihatcheff au terrain de transition et seraient les seules roches de cette époque existant dans tout le royaume de Naples. On a vu ci-dessus qu'elles avaient été comparées au verrucano de la Toscane. Le dépôt de fer hydraté paraît être jurassique. A la montagne de Tiriolo le calcaire est massif et sans apparence de stratification. Au Mont-Cucuzzo, le calcaire en contact avec le micaschiste est sensiblement modifié ; sa texture est plus cristalline, sa teinte plus foncée, et, à mesure qu'on descend vers le bas de la montagne, le calcaire ressemble à un marbre noir avec pyrite de fer.

Le mont Gargano dont on vient de parler, et qui forme un point avancé du littoral de l'Adriatique, serait encore un débris de la même formation, avec cette différence que les lambeaux précédents peuvent avoir été formés indépendamment du dépôt continu de l'Apennin, tandis que le mont Gargano n'est qu'un massif isolé de cette chaîne par la catastrophe qui a produit les brèches si répandues dans ce pays. De plus, ce massif se trouve situé entre deux centres d'éruptions ignées : le mont Vultur et les roches basaltiques de la plage de Lesina. Au milieu de ces dernières on observe des blocs de syénite dont la présence ne peut guère être expliquée qu'en supposant qu'ils ont été arrachés à une roche primitive sous-jacente, lors du soulèvement des basaltes. Suivant l'auteur, la séparation du mont Gargano de la chaîne des Apennins remonterait à la fin de la période jurassique; mais c'est surtout des relations qu'affectent les dépôts crétacés et nummulitiques que cette conséquence pourrait être déduite ; or, nous ne possédons pas encore de détails stratigraphiques assez nombreux ni assez complets pour être édifiés à cet égard.

Passant ensuite à l'examen de la zone principale que borde la mer Tyrrhénienne à l'ouest, et qui constitue l'extrémité sud de la chaîne des Apennins, laquelle ne se prolonge pas jusqu'à la pointe de la Calabre, comme l'indiquent les cartes, mais se termine avec les calcaires jurassiques à Guardia et à Intavoluta, M. de Tchihatcheff décrit les calcaires diversement colorés de cette partie de la chaîne et traversés de veines entrecroisées de calcaire spathique. Ces roches sont concordantes avec les schistes cristallins (micaschistes et gneiss) contre lesquels elles s'appuient. Leur direction et leur inclinaison sont aussi les mêmes, et les unes et les autres auraient été soulevées en même temps. Un relèvement général simultané a dû porter au jour

toute la masse calcaire qui s'étend de ce point occidental de la Calabre jusqu'au golfe de Gênes, et, ajoute l'auteur, jusque dans les Alpes.

Le savant voyageur a étudié le massif de montagnes qui, terminant au sud la formation jurassique, entre la mer Tyrrhénienne et le golfe de Tarente, compose le Mont-Caramo, le Mont-Polino et leurs ramifications. Les roches calcaires fortement disloquées ont éprouvé des modifications d'autant plus remarquables qu'elles sont plus voisines du gneiss et des micaschistes du sud. Telles sont les roches feuilletées, schisteuses et luisantes, qui, dans la montagne de Terranova, passent insensiblement à une roche noire à cassure conchoïde, modification semblable à celle des environs de Guardia. En remontant au N.-O., il fait connaître les chaînons du Riparo, d'Asprelle, courant du S.-O. au N.-E., celui du Meralda, dont la cime la plus élevée conserve des neiges presque toute l'année, et la chaîne centrale dirigée N.-O., S.-E., qui présente un grand nombre de sommets élevés à couches inclinées. Les tranchées qu'on a faites sur la route de Castrovillari à Naples ont en beaucoup d'endroits mis parfaitement à découvert les nombreux plissements et les redressements des couches qu'on observe à chaque pas, dans ces montagnes, et sur une immense échelle.

Le long du littoral méditerranéen, les calcaires se voient également. Le calcaire jaunâtre y domine cependant et commence à remplacer le calcaire noir, à mesure qu'on s'éloigne des Calabres, et finit par réunir tous les caractères extérieurs du calcaire jurassique ordinaire.

(P. 81.) M. Pierre de Tchihatcheff signale des roches argileuses, marneuses, diversement colorées, des grès quartzeux et des poudingues, le tout sans fossiles, et qu'il suppose représenter l'étage d'Oxford. Ainsi, dans la Calabre ultérieure prima et secunda, elle s'étendent du cap delle Armi jusqu'au nord de Stilo. On y trouve des traces de combustible, dont les principales sont aux environs de Gérace, ville située sur une masse très puissante de marnes jaunes recouvertes par un dépôt tertiaire coquillier. Dans un vallon étroit dirigé S.-E., N.-O., entre Gérace et Agnana, on voit, vers le haut, les marnes compactes qui passent au grès vers le bas, puis à un calcaire pur semblable au calcaire jurassique (1). Des bancs de

(1) Voy. aussi Crescenzo Montagna, *Sur le charbon d'Agnana*, etc., 1856? L'auteur aurait reconnu sur ce point la plupart des étages crétacés et jurassiques.

charbon y sont subordonnés, et les couches les plus inférieures paraissent reposer sur les roches primaires. Dans la Calabre citérieure, la même série de marnes fragmentaires jaunâtres s'observe entre Cassano et Rocca impériale, mais les roches arénacées calcarifères sont plus fréquentes (mont Polino, environ d'Allessandria). Enfin l'auteur suit ces dépôts énigmatiques dans la Basilicate, la Principata ultra et citra, au nord du Vultur, etc.

(P. 115) De la concordance de direction des couches redressées dans les diverses parties de la chaîne des Apennins, il conclut la simultanéité de leur soulèvement. Mais plus tard d'autres dislocations sont venues l'accidenter de nouveau, après les dépôts tertiaires postérieurs au groupe nummulitique. Il croit cependant avoir remarqué que le système de couches qu'il rapporte à l'Oxford-clay serait discordant par rapport aux assises jurassiques et crétacées, circonstance qui, jointe à l'absence des fossiles, peut faire présumer que cette série n'appartient réellement pas au groupe oolithique moyen.

Dans ses *Études historiques et géologiques sur les gîtes métallifères des Calabres et du nord de la Sicile* (1), M. A. Paillette mentionne aussi, au-dessus des schistes qui succèdent au granite, entre Ferdinandea et Possano, les couches jurassiques de Santa-Maria della Stella, orientées comme les schistes, quoique avec une inclinaison différente. On a vu que c'est à leur contact avec les roches anciennes rapportées par l'auteur au terrain de transition que se trouve le minerai de fer.

Sicile. Nous n'avons rien à ajouter à ce que nous avons dit (*antè*, vol. V, p. 120) des deux lambeaux de roches jurassiques, situés, l'un au nord de Taormine, l'autre au sud de Melazzo, limitant à l'ouest le mont San-Felippo et les monts Pelores. Seulement nous avions omis de rappeler que M. C. Gemellaro (2) y avait aussi rapporté, contrairement à l'opinion d'autres géologues, les calcaires des Madonies, et que plus tard (3), tout en reconnaissant l'existence des Ammonites et des Bélemnites dans les calcaires de Taormine, il ne les avait pas moins placés dans le *terrain anthracifère*.

---

(1) *Ann. des Mines*, 4e sér., vol. II, p. 613, 1843.

(2) *Giorn. di scienze, lett. ed arti per la Sicilia*, vol. XLV, p. 128, fév. 1834.

(3) *Ibid.*, vol. LIV, p. 97, 1836. — *Neu. Jahrb.*, 1836, p. 200. — Voy. aussi G. de Natale, *Recherches sur les terrains des environs de Messine*, in-8. Messine, 1854.

Sardaigne.

Dans l'île de Sardaigne, M. de la Marmora (1) signale des dépôts jurassiques peu développés, rangés dans la partie supérieure de la formation. Si cette observation est exacte, on peut supposer qu'ils sont analogues à ceux de l'île de Majorque et de la partie orientale de l'Espagne. L'ouvrage que ce savant prépare depuis longtemps donnera sans doute sur ce sujet des détails et des éclaircissements que nous ne possédons pas encore (2).

---

(1) *Atti della secunda riun. degli sc. italiani*, etc., p. 24, in-4. Turin, 1840.

(2) En effet, la *troisième partie* du *Voyage en Sardaigne*, par M. le comte Albert de la Marmora, vient de paraître au moment où ces lignes s'impriment. Elle se compose de deux vol in-8, accompagnés d'un atlas de cartes, de coupes et de planches de fossiles.

La carte géologique montre que la distribution des dépôts jurassiques à la surface de cette île est peu régulière. Ils ne constituent que de petits lambeaux disséminés à de grandes distances les uns des autres, mais dont la direction générale est sensiblement N.-N.-O., S.-S.-E. Dans la partie nord-ouest on en observe près d Alghero, appuyés contre les trachytes; au fond du golfe de Porto-Conte, et plus au nord, à San-Giorgio et au mont Aivaru, ils sont entourés de couches crétacées. Dans la région sud-est, ils surmontent les schistes cristallins, les roches siluriennes ou carbonifères, dans les montagnes qui entourent le bassin supérieur de la Flumendoza et de ses affluents (Liaconi, plateau de Sarcidano, à 648 mètres d'altitude, Perdaliana, etc.). Enfin, sur la côte orientale du golfe de Palmas, le mont Zari qui en est formé est entouré d'un côté par des sédiments quaternaires et de l'autre par la mer.

Les dépôts de la partie sud-ouest de l'île, envisagés dans leur ensemble, dit M. de la Marmora (vol. I, p. 172), sont compris entre le lias supérieur et la grande oolithe, tandis qu'en les considérant séparément ils peuvent être classés comme il suit : ceux du mont Zari, au sud, et d'Alghero, au nord, appartiendraient à l'*oolithe inférieure ;* le calcaire de San-Giorgio et du mont Aivaru, aussi au nord, à l'*oolithe moyenne*, et les bancs calcaréo-magnésiens de Liaconi et de la Perdaliana à l'*oolithe supérieure*. L'ordre dans lequel se trouvent ces trois divisions est aussi l'ordre topographique qu'ils conservent entre eux lorsqu'on marche de l'O. à l'E.

M. Meneghini, qui, dans le second volume de cet ouvrage, a traité de la *Paléontologie de la Sardaigne*, établit (p. 263), au point de vue zoologique, deux groupes distincts dans la même série, l'un comprenant les dépôts de l'ouest, l'autre ceux de la partie centrale et orientale. Leurs relations stratigraphiques ne sont d'ailleurs pas connues. Les premiers comprennent des roches plus ou moins oolithiques, les seconds des roches magnésiennes. A en juger d'après les fossiles, les premiers seraient plus anciens que les seconds, bien qu'il y ait entre eux quelques espèces communes. A l'ouest on trouve quel-

Résumé.

Répartition géographique.

La carte géologique de l'Europe, publiée au commencement de 1856 par sir R. Murchison et M. J. Nicol, résume la distribution géographique de la formation qui nous occupe, dans toute l'étendue de la péninsule Italique, beaucoup mieux que nous ne pourrions le faire ici, et nous nous bornerons à indiquer quelques résultats généraux de cette répartition, assez différente de celle que nous avions esquissée, d'après la carte publiée par H. de Collegno, douze ans auparavant. Ces différences marquent les progrès les plus essentiels qu'ait faits la science dans cet intervalle.

La bande jurassique continue s'étend en ligne droite, dirigée N.-O., S.-E., de San-Sepolcro, entre Arezzo et Urbino, à Cassano en Calabre. Elle est profondément échancrée, entre Bénévent et Avellino, par un massif tertiaire inférieur qui la sépare presque en deux parties. Celle du nord, la plus considérable, est entourée d'une manière continue par les couches crétacées, circonscrites elles-mêmes par une bande étroite de terrain tertiaire inférieur. A celle-ci succède, sur une grande partie de son étendue, une quatrième zone formée par le terrain tertiaire supérieur. Dans l'axe de la bande jurassique on remarque, allongés dans le même sens, des îlots crétacés ou tertiaires inférieurs. La région jurassique du sud, bornée au nord-est par les dépôts tertiaires supérieurs, et, au sud-ouest, le long de la côte, par une bande crétacée, comprend dans son massif deux îlots de cette dernière formation. On doit observer que la presqu'île de Sorrente jusqu'à Salerne est coloriée comme terrain tertiaire moyen ou supérieur, tandis que tous ses rudistes et tous ses caractères pétrographiques l'ont fait en dernier lieu placer dans la formation crétacée, malgré les empreintes de poissons qu'on avait cru être jurassiques. Aucun de ces derniers n'est indiqué dans le massif du mont Gargano.

La bande arquée de la Calabre, qui se termine à Catanzaro, est aussi jurassique, tandis que celle qui, plus au sud, borde les roches cristallines, est coloriée comme crétacée. Les lambeaux représentés précédemment au cap Spartivento, à Bova, à la Torre delle Armi, etc.,

---

ques espèces du lias supérieur ; à l'est et au centre, la plupart d'entre elles appartiendraient à l'*oolithe moyenne* et *supérieure*, et plus particulièrement à l'étage d'Oxford. Néanmoins, dans l'incertitude où le laissent encore leurs divers caractères, l'auteur évite de se prononcer sur le parallélisme général de ces dépôts.

n'ont pas été reproduits, non plus que plusieurs autres mentionnés d'après Pilla et M. de Tchihatcheff. En Sardaigne, au sud d'Aritza, on voit une zone flexueuse ou en zigzag, coloriée comme jurassique, comprise entre les roches cristallines, au nord, et celles de transition, au sud, puis un dernier lambeau, au nord-ouest, à la base de la presqu'île d'Asinara, dans le massif montagneux de la Nura. On vient de faire remarquer que ces dépôts s'alignaient sensiblement du N.-N.-O. au S.-S.-E.

Ces divers lambeaux, dans le golfe de la Spezzia et les Alpes apuennes, le long de la Péninsule italique, dans la Calabre, à la pointe nord-est de la Sicile, et ceux de la Sardaigne, réunis avec ceux du versant sud des Alpes maritimes et de la Ligurie, constituent les éléments d'une vaste courbe elliptique, dont le grand axe serait sensiblement dirigé aussi N.-O., S.-E. Les produits ignés des derniers temps de l'époque tertiaire, comme ceux des époques quaternaire et moderne, sont aussi disposés sur le pourtour de cette ellipse fort allongée.

Caractères paléontologiques.

Ce que nous avons dit des fossiles du versant sud des Alpes, comme de ceux de la Toscane et de l'Apennin central des États de l'Église, résultat de recherches faites par des observateurs différents et qui connaissaient l'importance des questions qu'ils avaient à résoudre, semble faire admettre aujourd'hui : 1° que le groupe oolithique supérieur de la formation manque dans toute cette partie de l'Europe méridionale; 2° que le groupe moyen et l'inférieur y sont représentés plutôt par quelques espèces fossiles que par une série de couches stratigraphiquement et minéralogiquement bien distinctes; 3° que le lias, au contraire, y acquiert un grand développement aux dépens du reste de la série; 4° que la répartition des fossiles de ces divers étages n'y constitue point de faunes distinctes comme dans l'Europe occidentale et centrale. Non-seulement il y a des espèces qui passent d'un point de la série à un autre et en relient ainsi tous les termes, mais il semble encore que certaines espèces, propres ailleurs au troisième et au second groupes, s'y trouvent associées avec celles du quatrième.

Lorsqu'un fait isolé de cette nature, contraire à la loi générale reconnue, vient à se produire, il est permis de suspecter, soit la détermination spécifique des corps, soit l'exactitude de leur gisement. Mais ici nous voyons les faits se présenter sur tant de points éloignés et indépendants les uns des autres, puis constatés par des observateurs attentifs également indépendants, qu'on est forcé de

prendre leurs conclusions en grande considération, quelque opposées qu'elles soient aux idées généralement admises d'après l'étude d'autres pays.

Ainsi cette régularité, cette symétrie et cette complexité des dépôts jurassiques de l'Angleterre, du nord de la France, de la Suisse, etc., cesse au sud, dans la région méditerranéenne de la France, comme dans les deux péninsules ibérique et italique. Des côtes de la Calabre à celles du Portugal, nous chercherions en vain à reconstruire notre édifice jurassique du nord avec tous ses détails; nous n'en trouvons que des portions incomplètes; ici, et ce sont les plus considérables, des fragments de sa base, là, quelques rudiments de sa partie moyenne, plus rarement des traces de la partie supérieure qui le couronnait.

CHAPITRE V.

FORMATION JURASSIQUE DU VERSANT NORD DES ALPES.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

Principaux caractères de formation sur le pourtour des Alpes.

En étudiant la formation jurassique du versant occidental des Alpes, en Suisse, en Savoie et en France, nous avons rencontré des difficultés de plus d'une sorte qui en avaient longtemps retardé la connaissance complète. C'étaient surtout les grandes et profondes dislocations des couches, leurs renversements, l'absence, la rareté ou le mauvais état des fossiles, puis certains faits particuliers venant arrêter les déductions générales théoriques, tels que d'immenses systèmes de couches caractérisées par une flore tout à fait en désaccord avec celle de la formation dans laquelle elles semblent être comprises, la présence du gypse et d'amas d'anhydrite anormaux, enfin l'apparition de roches ignées serpentineuses qui étaient encore venues troubler des rapports déjà fort obscurcis. L'absence du trias dans cette même région, si ce n'est à son extrémité sud, celle du terrain de transition, ou, jusqu'à présent du moins, le manque complet de faune de cette époque, ainsi que le passage brusque de roches remplies de fossiles jurassiques à des roches cristallines, schisteuses ou granitoïdes, toujours *azoïques*, sont encore des caractères généraux propres à cette zone.

Sur le versant méridional ou italien, depuis les Alpes maritimes ou du comté de Nice jusqu'aux Alpes carniques qui circonscrivent l'Adriatique au nord, d'autres difficultés se sont présentées. Un plus grand développement de produits ignés dans la région du Piémont aurait contribué à modifier les sédiments jurassiques en leur donnant l'aspect de schistes cristallins ou de gneiss fort anciens. Dans la Lombardie et les Alpes vénitiennes, où ces influences sont plus rares et où les fossiles sont souvent reconnaissables, nous avons pu retrouver une partie de la faune du Nord, mais ce n'était encore qu'avec des associations d'espèces telles, que le parallélisme des diverses assises est resté incomplet. Ici et surtout dans le Tyrol méridional, de vastes assises dolomitiques impriment à la formation un caractère qu'elle n'avait point au nord-ouest ni à l'ouest; mais la

présence du trias entre sa base et les roches plus anciennes rétablit une partie de cette symétrie qui manquait tout à fait au nord-ouest et au sud-est.

La région septentrionale des Alpes qui nous reste à étudier, depuis la vallée supérieure du Rhin, à travers le Vorarlberg, le Tyrol, la Bavière méridionale et l'Autriche, jusqu'à la vallée de la Leytha au sud de Vienne, ne ressemble à aucune des précédentes, et les difficultés que son étude a offertes sont également différentes. Ici, à la vérité, il n'y a point de roches ignées ayant fortement réagi sur les caractères originaires des couches; les fossiles en général ne manquent pas, mais les accidents stratigraphiques y prennent une importance particulière; les brisures y sont nombreuses et répétées sur d'immenses échelles. Le trias y existe à la vérité, mais en affectant des caractères zoologiques spéciaux, avec lesquels on a été longtemps à se familiariser. Ce qui de plus a contribué à entretenir des doutes, c'est l'intercalation, entre lui et le troisième étage du lias, d'un terme dont nous connaissions l'équivalent en France, mais qu'on n'avait pas encore été bien compris au delà de ce pays, et dont les fossiles n'avaient pas non plus offert jusqu'à présent un ensemble suffisant pour le caractériser.

Ces motifs, joints à ce que les observateurs étudiaient chacun séparément une petite partie de la zone, où ils rencontraient à chaque pas des questions de détail à résoudre, sans parvenir à relier par des vues d'ensemble les lois des dislocations et celles de la succession normale des principaux horizons géologiques, ces motifs, disons-nous, retardèrent beaucoup la délimitation géographique et stratigraphique des assises du versant nord des Alpes, qui appartiennent à la formation qui nous occupe.

Nous ferons remarquer encore une particularité qui a pu frapper le lecteur dans la description de la Suisse: c'est que l'étude du versant nord-ouest des Alpes, quoique plus difficile, a été commencée longtemps avant celle du Jura qui lui est opposé, et que ce n'est que fort tard que l'on s'est aperçu du synchronisme réel des systèmes de couches, si différents en apparence, qui se font face des deux côtés du bassin suisse. De part et d'autre de celui du Danube, au contraire, c'est l'Albe du Wurtemberg et de la Bavière, située au nord et prolongement du Jura suisse, qui a d'abord été bien étudiée et bien décrite, ce qui était tout naturel vu sa régularité et sa symétrie, tandis que la région des Alpes au sud, continuation de celles de la Suisse, n'a été examinée que dans ces derniers temps

d'une manière assez systématique pour qu'on en ait pu déduire quelques résultats généraux, peut-être encore moins complets ou moins satisfaisants relativement à l'Albe du Wurtemberg, que ceux des Alpes suisses ne le sont par rapport au Jura. Bien que les Alpes du Vorarlberg et de la Bavière méridionale fassent suite à celles de la Suisse, les caractères qu'y présente la formation sont aussi fort différents, ce qui n'a sans doute pas peu contribué à dérouter les géologues disposés naturellement à retrouver des caractères comparables dans des dispositions orographiques analogues et contiguës.

Cartes géologiques générales et particulières

Avant de décrire les caractères de cette zone, nous dirons quelques mots de la manière dont elle a été représentée sur diverses cartes géologiques. Celle des Alpes orientales, qui accompagne le mémoire de MM. Sedgwick et Murchison (1), la comprend dans toute son étendue, dirigée en ligne droite, de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O., depuis la vallée de la Leytha jusqu'aux bords du Rhin supérieur, avec une largeur à peu près égale partout, bordée au nord par des couches crétacées continues, au sud par une bande fort étroite, discontinue, de grès rouge, de calcaires magnésiens et, accidentellement ou dans les intervalles de ceux-ci, par des roches plus anciennes ou des schistes cristallins. Quelques lambeaux crétacés, désignés par l'expression de *dépôts de Gosau* s'observent çà et là, à la surface de la zone jurassique.

La carte générale de l'Allemagne, de la France et de l'Angleterre, publiée en 1839 par M. de Dechen (2) offre à peu près la même disposition ; la bande du trias y est réduite à un lambeau allongé de l'E. à l'O. Sur la rive droite de l'Inn, de Schwaz à Söll, la bande crétacée du nord n'est plus continue, et plusieurs lambeaux tertiaires, qui n'avaient point échappé non plus à l'attention des deux géologues anglais, se voient entre les vallées de l'Isar et de la Salza.

La carte générale de l'empire d'Autriche, publiée par les soins de M. Haidinger (3), présente un peu plus de détails, et les bords

---

(1) *Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. III, pl. 35, 1832.

(2) *Geognostische Uebersichts Karte*, etc., 1 feuille. Berlin, 1839.

(3) *Geognostische Uebersichits Karte der Oesterreichischen Monarchie*, en 10 feuilles. Vienne, 1855. — Réduction par J. Scheda, 1 feuille, 1847. — Voy. pour l'explication de cette carte, Haidinger, *Beritche über die Mittheil.*, etc., vol. IV, p. 215-232, 1848.—Voy. aussi : *Carte géol. de l'Europe* (*Atlas physique de Berghaus*, part. 2, 1843). — W. Hughes, *Geological map of central and western*

nord et sud de la zone sont plus étudiés. Cependant elle est encore marquée par une seule teinte avec l'expression vague de *calcaire alpin* (*Alpenkalkstein*). Des schistes argileux et la grauwacke la bordent presque constamment au sud, le trias étant indiqué comme sur la carte précédente, plus quelques lambeaux compris au nord et au nord-est dans l'intérieur de la zone (Abtenau, Berchtesgaden, etc.). Des îlots crétacés de Gosau sont ici plus nombreux, et le grès de Vienne (*Wienersandstein*) limite la zone au nord. La carte qui accompagne le mémoire de M. de Morlot (1) ne diffère pas sensiblement de celle-ci. Dans le profil placé au bas, une teinte désignée sous le nom d'*Alpenkalk, Jura?* représente toute la formation jurassique. On y voit cependant, marqué en un point (Schneibstein, vallée de l'Enns) et comme subordonné, un marbre rouge à Ammonites, présumé être l'analogue de l'étage d'Oxford.

Dans la carte géognostique du Tyrol (2), publiée en 1849, la zone jurassique qui traverse sa partie septentrionale, depuis la limite du Vorarlberg ou la vallée du Lech jusqu'à la frontière du Salzbourg, comprend de haut en bas, suivant la légende des couleurs: 1° le calcaire alpin supérieur (*Oberer Alpenkalk*) avec ses dolomies (*Dolomit des obern Alpenkalkes*); 2° le calcaire alpin moyen (*Mittlerer Alpenkalk*) et le calcaire alpin inférieur (*Unterer Alpenkalk*). Ce dernier a aussi ses dolomies (*Dolomit des untern Alpenkalkes*), puis des calcaires noirs et des marnes schisteuses qui y sont subordonnés (*Dunkle-Kalk-Mergelschiefer des untern Alpenkalkes*). Un calcaire à Ammonites (*Ammoniten-Kalk*) est indiqué sur un certain nombre de points, entre le calcaire alpin inférieur et le moyen. Des gypses et des rauchwackes subordonnés à ces divisions sont également marqués çà et là.

La zone ainsi constituée suit la rive gauche de l'Inn, depuis les environs de Imst jusqu'à Schwaz, la rive opposée ou méridionale étant formée de schistes argileux anciens et de schistes cristallins. Mais plus à l'est et à l'ouest, un grès rouge ou gris (*rother und*

Europe including the British Iles. Londres, 1841. — Voelter, *Carte murale géognostique de l'Allemagne et des pays voisins*; 6 feuilles. Erlangen, 1842?

(1) *Erlauterungen zur geol. Uebersichtskarte*, etc. Explication de la carte géol. des Alpes du nord-est, in-8. Vienne, 1847.

(2) *Geognostische Karte Tirols*, 1849, 10 feuilles dont 3 de coupes. — *Geologische Uebersichts Karte des Erzherzogthumes OEsterreich* (*Jahrb. des k. k. geol. Reichs.*, 1854).

grauer Sandstein, *Porphyrsandstein*) sépare presque constamment de ces derniers la série du calcaire alpin. Trois coupes générales et un grand nombre de coupes particulières montrent la succession et la relation des étages tracés dans l'ensemble des roches jurassiques de ce pays; mais l'absence de comparaison avec les divisions généralement adoptées ailleurs laissent beaucoup d'incertitude sur leurs vrais rapports; d'autant plus que dans la partie sud du Tyrol on a vu la désignation d'*Oberer Jura* appliquée au calcaire néocomien ou *Diphyakalk*. Quoique très détaillé et fort utile, sans doute, au point de vue technologique, ce travail, résultat de beaucoup de recherches, a peu avancé les questions de géologie générale ou théoriques qui s'y rattachent ; aussi ne le voyons-nous presque jamais cité par les nombreux observateurs qui ont écrit depuis sur le même sujet.

Le Vorarlberg est compris tout entier sur la *Carte géologique de la Suisse* (1), et la partie occidentale de la zone jurassique qui nous occupe y affecte une disposition et des caractères entièrement différents de la simplicité qu'on observait sur les cartes précédentes. Entre la vallée du Rhin et celles du Lech et de l'Inn, la zone se décompose, du nord au sud, en plusieurs éléments, dont deux principaux : l'un situé au nord comprenant le flysch, qui entoure des couches crétacées et jurassiques; l'autre au sud qui comprend le lias et le trias. Dans le premier, une large bande de flysch s'élargissant à l'ouest circonscrit, depuis Obersdorf, dans la vallée de l'Iller jusqu'aux environs de Dornbirn et de Feldkirch, un vaste massif crétacé, allongé du N.-E. au S.-O. Vers son milieu s'élève un massif du groupe oolithique moyen, dirigé dans le même sens et coupé dans sa partie orientale par la vallée de la Bregenz, entre Remen et Millau. Au nord-est de la vallée de l'Iller, un autre massif jurassique, marqué des signes J^2 et J, mais sans la teinte assignée au premier par la légende de la carte, est compris entre le flysch au nord et le lias au sud.

Le second élément constituant de la région jurassique du Vorarlberg, placé entre le précédent et les roches cristallines, ne serait pas moins compliqué et comprendrait, du nord au sud, entre la vallée de la Viels ou le massif oolithique dont nous venons de parler et celle

(1) Par MM. Studer et Escher de la Linth, en 4 feuilles, 1853. — Voy. aussi : A. R. Schmidt, *Carte géognostique du Vorarlberg*, 1851. — Id., Coupes et profils.

de la Stanz affluent de l'Inn, sept ou huit bandes de lias plus ou moins larges, dirigées E.-N.-E., O.-S.-O., flexueuses, discontinues, simples ou ramifiées, séparées par des bandes rapportées aux couches triasiques fossilifères de Saint-Cassian (t^4) ou à celles du trias (t), ou encore aux marnes irisées proprement dites (t^3). Cette zone fort large à l'est, où nous l'avons prise, se rétrécit rapidement vers le sud-ouest, en traversant la vallée de l'Ill, et vient se terminer sur la rive droite du Rhin, où, toujours limitée au nord par le flysch, elle est séparée de cet étage tertiaire au sud par un prolongement des couches oolithiques de Sargans. Dans cette dernière partie de son cours on n'observe plus qu'une mince bande continue de lias placée au-dessus ; tout le reste appartient au trias. Ces bandes du lias et du trias constitueraient ainsi une sorte de réseau à mailles irrégulières, allongées et fort difficiles à comprendre ; et l'on pouvait présumer, en les observant attentivement, que de nouvelles recherches viendraient modifier cette première expression des études de MM. Studer et Escher de la Linth. Aussi la réduction de leur grande carte (1) présente-t-elle à cet égard d'assez notables changements. Les zones ou bandes rapportées aux *couches de Saint-Cassian* y sont désignées sous le nom de *couches de Kössen*, ce qui est fort différent comme on le verra tout à l'heure ; les dolomies du trias restent les mêmes et les marnes irisées y ont quelques représentants.

Si pour un instant nous faisons abstraction de la portion de la zone jurassique de la Bavière méridionale comprise entre le Lech et la Salza, nous trouverons, à partir de cette dernière jusqu'au petit bassin de la Leytha sous le méridien de Vienne, d'abord une carte géologique des Alpes autrichiennes, de Vienne à Munich, dressée d'après les observations de MM. Boué, de Buch, Czjzek, Haidinger, etc., puis les cartes publiées récemment par M. F. de Hauer, cartes qui expriment assez bien le dernier état de la science dans cette partie orientale de la zone.

Dans la première de celles-ci (2), l'auteur indique toujours au nord, comme sur la Carte générale de l'Empire, une bande continue de *grès de Vienne* qui, au lieu de représenter le flysch des Alpes de la Suisse ou la partie supérieure du groupe nummulitique, serait,

---

(1) *Geologische Uebersichts-Karte der Schweiz*, 1855.

(2) *Geologische Uebersichts-Karte des Erzherzogthumes OEsterreich* (*Jahrb. des k. k. geol. Reichs.*, 1854).

suivant la légende, à la base du groupe néocomien et le séparerait de la formation jurassique. Mais, d'après sa place relative sur la carte, ce seraient au contraire les couches néocomiennes qui se trouveraient entre le grès de Vienne et les assises oolithiques. Celles-ci, désignées par la simple épithète de *Jura*, forment au sud une multitude de lambeaux allongés généralement de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O., flexueux, irréguliers, vermiformes, disséminés au milieu d'un massif de lias inférieur (*unterer Lias*), le lias supérieur (*oberer Lias*) paraissant être fort peu développé. Le grès du lias inférieur (*Sandstein des unteren Lias*) se distingue aussi difficilement. Le trias supérieur et inférieur ne s'observe pas seulement au sud de la région jurassique en la séparant de la grauwacke, mais encore sur beaucoup de points de sa partie moyenne, en y affectant la forme d'îlots réguliers, plus ou moins allongés, de même que les couches crétacées de Gosau.

Plus récemment, sur sa carte géognostique du duché d'Autriche (1), le même savant a placé, dans la légende, le grès de Vienne entre ces dernières et les strates néocomiens. Le lias supérieur et le grès du lias inférieur y sont beaucoup plus distincts et occupent une multitude de lambeaux dont les relations semblent être fort variées et fort compliquées, du moins à la surface. Cette carte, à une petite échelle comme la précédente, s'accorde probablement avec la carte géologique générale de l'empire d'Autriche, dont une portion a été exposée au palais de l'Industrie en 1855, et dont nous savons que M. W. Haidinger active l'entière publication avec tout le zèle et la haute intelligence qu'on lui connaît.

Enfin, sir R. Murchison et M. J. Nicol (2) ont tracé, depuis le lac de Constance jusqu'à Vienne, au pied du versant septentrional des Alpes, une zone continue de terrain tertiaire inférieur comprenant les assises nummulitiques, le flysch et sans doute le grès de Vienne ; puis une seconde zone parallèle, crétacée et une troisième jurassique, séparée du terrain de transition par le trias dans toute sa moitié orientale, tandis que, dans sa partie occidentale, deux bandes jurassiques sont bornées par le trias au nord comme au sud.

On peut donc déjà reconnaître, d'après le peu d'accord qui existe entre les cartes géologiques de ce pays, les difficultés qu'y présente

(1) *Uebersicht der geol. Verhältn. des Erzherz. Oesterr. unter der Ens.*, 1855.

(2) *Geological map of Europe*, mars 1856, 4 feuilles.

l'étude du terrain secondaire, et celles que nous rencontrerons nous-même à exposer clairement les nombreux travaux dont il a été l'objet, surtout dans ces dernières années.

§ 1. — Vorarlberg et Tyrol septentrional.

M. A. Boué (1) a donné, sur la géologie du Vorarlberg, d'assez nombreux détails, dont il serait difficile de tirer rien de bien précis pour le sujet qui nous occupe, si ce n'est l'existence de fossiles jurassiques dans diverses localités. Le plus grand nombre des espèces citées serait du lias, mais la présence d'espèces tertiaires dans le même gisement et le manque de coupes stratigraphiques régulières ne nous permettent pas d'insister sur ces premiers résultats, que nous ne connaissons même que fort imparfaitement.

Sur la rive droite de la Bregenz, le groupe néocomien, d'après M. Escher de la Linth (2), est limité à sa base, près de Schnepfau, par un calcaire schisteux, noir, passant à un calcaire bleu noirâtre avec silex. C'est l'équivalent du calcaire des hautes montagnes des Alpes suisses (*Hochgebirgskalk*, *antè*, p. 97). On y trouve des Ammonites ressemblant à l'*A. Humphriesianus*, Sow., ou mieux à l'*A. Braikenridgi*, Sow., puis les *A. annularis*, Schloth., *Duncani*, Sow., *tatricus*, Pusch, et une Bélemnite voisine du *B. canaliculatus*, Blainv. Ces couches disparaissent vers l'O., puis viennent des dolomies grises, et le tout constitue les crêtes des montagnes au sud de Rothplatz-pass.

L'oolithe inférieure et le lias, ou bien des schistes marneux grisâtres, se trouvent entre les roches précédentes et les conglomérats inférieurs. On y observe des *Cardinia*, du gypse, des rauchwackes, des bancs de calcaires marneux gris foncé, enfin un calcaire à grains de quartz représentant l'oolithe inférieure des Alpes suisses.

Dans la vallée de Montafon, un conglomérat marque sur beaucoup de points la séparation des roches cristallines et sédimentaires. Dans celle du Rhin, les assises inférieures de ce conglomérat rouge sont des grès micacés renfermant des tiges de plantes et un poudingue dont les fragments de quartz blanc plus ou moins gros sont

---

(1) *Note sur la Soc. de géol. et des mines du Tyrol et du Vorarlberg, et sur ses travaux pendant les années* 1839-1841 (*Bull.* 1re sér., vol. XII, p 15, 1842).

(2) *Neu. Jahrb.*, 1846, p. 421, pl. 6, B, fig. 3, 4, pl. 7, fig. 1, 2.

cimentés par de l'oxyde de fer. Plus le grain devient fin, plus la roche devient rouge et quartzeuse. Des fragments de porphyre brun s'y observent çà et là.

M. Escher de la Linth (1) distingue de haut en bas, dans la formation de ce pays : 1° ce qu'il nomme *calcaire jurassique de Conisfluh*, entre Au et la vallée de la Mollau, où se trouve une Ammonite qui paraît être l'*A. biplex*, et qui serait la partie la plus élevée de la formation ; 2° le calcaire de Vils, rouge brun, avec *Aptychus lamellosus*, représentant ici les couches de Windischgarsten et de Saint-Veit, dont nous parlerons ci-après ; 3° des couches à fucoïdes ressemblant au flysch tertiaire, mais sans fossiles particuliers ; c'est un dépôt d'ailleurs local et dont l'âge ne semble pas être encore déterminé ; 4° des couches paraissant représenter le second étage du lias et placées sur l'horizon des assises d'Adneth en Autriche ; 5° un calcaire rouge avec les *Ammonites Bucklandi*, *Conybeari*, le *Nautilus aratus*, et le *Belemnites brevis*, équivalent du troisième étage ; 6° le calcaire à *Megalodus scutatus*, Schafh., ou calcaire de Dachstein, moins développé qu'en Autriche ; 7° enfin M. Escher met sur l'horizon des couches fossilifères de Saint-Cassian (Tyrol méridional) et de Kössen les assises qui viennent après, mais qui en réalité appartiennent encore au lias, comme on le verra, et sont les équivalents du quatrième étage de la France.

La présence de dolomies au-dessous de la série au lieu d'être au-dessus, comme dans le Tyrol méridional, a fait naître, à la vérité, des doutes dans l'esprit de l'auteur ; mais, d'une autre part, son opinion était appuyée par l'existence de trois espèces fossiles qui se trouvent réellement à Saint-Cassian (*Spondylus obliquus*, Munst., *Oliva alpina*, Klipst., *Cardita crenata*, Gold.) (2). Enfin viennent des dolomies, qui reposent à leur tour sur les couches du trias à *Halobia Lommeli* de Triesner-Kulm, parallèles à celles d'Hallstadt, de Wengen, et qui sont peu développées. M. de Hauer trouve que cette série est tout à fait comparable à celle que nous décrirons en Autriche. Suivant lui, les assises 1 et 2 appartiendraient aux groupes oolithiques ; les assises 3 et 4, et ce qu'il appelle *lias*

---

(1) *Géol. Bemerk. uber das nördl. Vorarlberg*, etc. Observations géol. sur le Vorarlberg et sur quelques pays voisins (*Denksch. der allgem. schw. naturf. Gesellsch.* in-4, avec 4 pl. de plantes. — *Neu. Jahrb.* 1853, p. 167.

(2) La *Cardita crenata* est le *Cardium austriacum*, et le *Spondylus obliquus* est l'*Ostrea intusstriata*, Emm.

supérieur, c'est-à-dire nos étages 1 et 2, et les assises 5, 6 et 7 au lias inférieur ou aux étages 3 et 4.

Près d'Au, dans le Bregenzwald, localité que nous avons déjà citée, est un calcaire bleu noirâtre, à cassure esquilleuse, ou brun rougeâtre, ressemblant à l'Oxford-clay du Kuhfirsten. Les Ammonites qu'y a trouvées M. Escher (1) ne permettent pas une détermination bien certaine, quoiqu'elles ressemblent beaucoup aux *A. plicatilis* et *oculatus*. C'est peut-être au même niveau qu'appartient le calcaire marneux rouge, schisteux, avec *Aptychus lamellosus* qu'on observe près de Kren dans le Tannheimerthal. Dans le Vorarlberg occidental, le groupe oolithique inférieur paraît manquer ; mais, vers l'est, dans le Knebachthal, sur la route de Kren à Vils, un calcaire rouge, que l'on prendrait d'abord pour celui du lias, mais dont la teinte est plus claire, renferme des fossiles voisins des *Terebratula pala*, *antiplecta*, *varians* et *spinosa*, et il pourrait être un rudiment de ce même groupe auquel appartiendrait aussi une partie du calcaire rouge de la Bavière.

Le contraste si prononcé qu'on observe entre les montagnes calcaires de la Suisse orientale et celles de la Suisse moyenne et occidentale se manifeste de nouveau, dit M. Studer (2), dans les affleurements du lias au fond des vallées et au-dessus des dolomies du Vorarlberg. Les roches sont très différentes de celles que nous avons vues aux environs de Blumenstein, de Bex, de Meillerie, etc., où elles rappellent encore le lias de la France, du Jura et de l'Albe de la Souabe. Ici elles affectent les caractères du lias du versant sud des Alpes, autour de Saltrio, d'Arzo, d'Erba, et que l'on retrouve à Adneth, dans la vallée de la Salza. Immédiatement au-dessus de la couche à *Megalodus*, que l'auteur rapporte encore au trias, viennent des alternances de calcaires gris ou rouges, clairs ou foncés, souvent compactes et argileux, quelquefois schisteux. Fréquemment aussi le calcaire rouge brun est cristallin ou grenu. On y trouve des nodules ou des lits de silex rouge, gris ou noir. Le plus ordinairement, la partie inférieure est rouge et la supérieure grise. D'après M. Emmerich, cette dernière se rapporterait à l'oolithe inférieure, et la première seule au lias. M. Escher, au contraire, ayant trouvé dans l'une et l'autre division l'*Inoceramus Falgeri*,

(1) Studer, *Geol. der Schweiz*, vol. II, p 58, 1853.
(2) *Loc. cit*, p. 38.

Mér., les réunit toutes deux au lias, soit au Rhätikon, soit dans le Lechthal.

Les espèces recueillies par M. Escher dans le Spullers-Alp et le Bernhardsthal, et que M. Mérian a déterminées, sont le *Nautilus intermedius*, Sow., les *Ammonites bisulcatus*, Brug., *Conybeari*, Sow., *fimbriatus*, id., *Henleyi*, id., *Valdani*, d'Orb., *Regnardi*, id., *planicosta*, Sow., *heterophyllus*, id., *torulosus*, Schubl., *radians*, Schloth., *amaltheus*, id., *Blagdeni*, Sow.? des Bélemnites, une grosse espèce d'Orthocératite, l'*Inoceramus Falgeri*, Mér., et des Pentacrines. La présence d'une Orthocératite dans le calcaire rouge de Bernhardsthal, immédiatement au-dessus des couches à *Megalodus*, est un fait analogue à ce qu'on voit à Adneth, et les fossiles précédents se rapportent de même à la faune du calcaire rouge du Salzbourg et des Alpes du la Bavière.

Les calcaires rouges et gris du Zimperspitze constituent quelquefois une brèche remplie de crinoïdes. Les mêmes calcaires rouges du lias se retrouvent au nord de Klosterthal, au lac Formarin, à la Rothen-Wand, à Misthaufen, et sur le Spullers-Alp, où ils sont remplis de fossiles.

La pente orientale des montagnes est en général découverte ; les couches plongent au N., et l'on observe plusieurs failles avec des contournements. Dans le Bernhardsthal, au-dessus de l'Elbigenalp, on peut suivre, en remontant, toute la série couche par couche, depuis la dolomie jusqu'à la partie supérieure du lias, l'auteur rapportant toujours au trias le calcaire à *Megalodus* comme les couches de Kössen qui le séparent de la dolomie. La coupe du Zimperspizte à la vallée de la Rell (p. 18) montre aussi la série du calcaire gris schisteux, du calcaire rouge du lias, du calcaire à *Megalodus*, des couches rapportées à celles de Saint-Cassian, mais qui ne sont en réalité que celles de Kössen, des dolomies et des gypses alternants, des schistes noirs réunis aux marnes irisées et le verrucano ou conglomérat inférieur.

M. Stotter (1) avait divisé le calcaire alpin du Tyrol en *trois groupes*. Le *premier* comprenait : 1° des calcaires schisteux épais, de teintes foncées ; 2° un calcaire cristallin gris jaunâtre, souvent dolomitique ; 3° les couches à *Cardium triquetrum* de Bleiberg ; 4° des calcaires bitumineux, schisteux, marneux et les roches de

---

(1) *Berichte über die Mittheil. von Freunden*, etc., vol. V, p. 29, 1849.

Seefeld ; 5° le marbre coquillier (marbre opalin de Lavatsch, près de Halbersalzberg), qui se trouve dans le Tyrol du nord et du sud, et n'a que quelques mètres d'épaisseur. Le *second groupe* ou *calcaire alpin moyen* renfermait tous les grès calcarifères, les marnes schisteuses et les calcaires épais, dont les parties les plus élevées sont les calcaires à céphalopodes de M. de Hauer, puis les schistes à Halobies, des calcaires marneux et des grès doléritiques. Ici commencent à se montrer les mélaphyres. Enfin, le *troisième groupe* ou *calcaire alpin supérieur* serait formé par les dolomies massives et des calcaires magnésiens stratifiés, souvent oolithiques. Il s'étend du marbre rouge aux calcaires schisteux lithographiques.

Les appréciations peu fondées qu'avaient faites MM. Studer, Escher et Mérian du véritable horizon des *couches* dites à *Gervillies*, et des calcaires de Dachstein ont jeté beaucoup d'obscurité dans les descriptions que ces savants ont données du Vorarlberg et du Tyrol. En plaçant ces roches dans le trias et en mettant les premières en parallèle avec les couches de Saint-Cassian, qui, dès 1850, et même auparavant, avaient été regardées comme le représentant marin des marnes irisées, il en est résulté une confusion que nous éviterons difficilement nous-même.

Dans le Vorarlberg, dit le premier de ces géologues (2), comme dans la Bavière et l'Autriche, le grès bigarré est compris dans la bande de grès rouge qui s'appuie sur la grauwacke. Aux environs d'Innspruck, de Closterthal, de Mittelbünden, etc., la roche présente partout le même caractère. Les calcaires sont gris foncé, souvent crevassés, et les dolomies qui s'y trouvent associées sont noires ou de teinte cendrée. Dans la coupe de Traunstein, le grès rouge est recouvert d'un calcaire dolomitique gris avec des bancs de Lithodendron, qui passent aux couches à Gervillies, dont les fossiles caractéristiques étaient regardés comme se rapportant à ceux de Saint-Cassian. Sur d'autres points, des schistes noirs, des grès et des calcaires marneux avec gypse, placés sous les dolomies et au-dessus du grès rouge et du conglomérat du Vorarlberg, représentent les marnes irisées pour M. Escher. Cette opinion est justifiée par la présence du *Calamites arenaceus*, Jäg., de l'*Equisetum columnare*, Brong., du *Pterophyllum longifolium*, id. Sur ces assises viennent des masses doléritiques et des calcaires puissants ou *calcaire alpin inférieur* des géologues de Vienne, qui comprennent

(2) *Geol. der Schweiz*, vol. II, p. 15, 1853.

alors dans ces localités les couches à Gervillies, mises en parallèle avec celles d'Hallstadt et de Saint-Cassian.

(P. 18). Dans la coupe du Zimperspitze, le long de la vallée de la Rell, on voit se succéder de bas en haut :

1. Verrucano.
2. Schistes noirs rapportés aux marnes irisées.
3. Banc de dolomie.
4. Gypse.
5. Seconde assise de dolomie.
6. Seconde assise de gypse.
7. Troisième masse très puissante de dolomie.
8. Couches rapportées à celles de Saint-Cassian, mais qui ne sont que les couches à Gervillies.
9. Calcaire à *Megalodus* (calcaire de Dachstein).
10. Calcaire rouge du lias.
11. Calcaire du lias, gris, schisteux.

Cette coupe régulière fort instructive peut servir de terme de comparaison pour ce qui va suivre.

Dans le bassin inférieur de la Lech, les dolomies précédentes n'ont pas moins de 1000 mètres d'épaisseur. Elles recouvrent les couches à empreintes végétales et sont surmontées de calcaires noduleux et de schistes foncés avec *Gervillia inflata*, Schafh., *Cardita crenata*, Gold., *Spirifer uncinatus*, Schafh., qui, suivant l'auteur, caractériseraient aussi les couches de Saint-Cassian. Les fossiles que M. Escher a recueillis dans l'Elmenalp, la Scesaplana, le Bernhardsthal, l'Ellebogen, etc., et qu'a déterminés M. Mérian sont : *Natica alpina*, Mér., *Cardium semipolitum*, id., *Avicula Escheri*, id., *Gervillia inflata*, Schafh., *Cardita crenata*, Gold., *Spondylus obliquus*, Munst.? *Pecten lugdunensis*, Leym., *Ostrea* voisin de l'*O. Marshii*, Sow., *Spirifer uncinatus*, Schafh., et des Térébratules.

La vallée de Brand décrite par M. Escher et la haute muraille qui borde le lac de Lüner montrent des dolomies en couches minces, formant partout la base des montagnes, celle entre autres de la Scesaplana, à 2968 mètres d'altitude, et supportant un calcaire noir, facilement altérable, ainsi que des schistes avec les fossiles précédents. Les calcaires rouges qui, sur le sommet septentrional du Brandnerferner recouvrent ceux-ci appartiennent au lias. Ils correspondent aux calcaires bigarrés de la portion la plus élevée de la coupe du Zimperspitze (nos 10 et 11). Dans d'autres localités, sur une masse de gypse de 100 mètres de puissance, vient une assise dolomitique qui n'en a pas moins de 500 et que recouvrent les schistes foncés

et des calcaires noduleux avec des fragments des mêmes Gervillies, d'Avicules, etc., caractéristiques de cet horizon. Vers le sud, on voit leur succéder les calcaires rouges à silex, des brèches à crinoïdes et enfin des calcaires gris jaunâtre en lits minces appartenant encore au lias.

Si de la vallée de Rell on se dirige vers le lac de Lüner on trouve en montant le gypse qui finit au lac; puis les schistes noirs apparaissent dans une vallée située au sud. Le fond de celle de la Rell est occupé par la dolomie. Le gneiss en masses tourmentées limite le tout avec des schistes micacés pour former le Geissspitz. Un calcaire de 10 mètres d'épaisseur rempli de coraux et une dolomie qui lui est associée séparent ce schiste noir des schistes micacés du Geissspitz proprement dit. Au nord de cette montagne on voit le verrucano ; de sorte que dans un espace très restreint on peut observer toute la série des couches secondaires des Alpes. Les mêmes roches recouvrent les dolomies près de Stallahr. Ce sont des schistes marneux et des calcaires noirs de 100 mètres d'épaisseur avec *Pecten lugdunensis?* Au-dessus vient un calcaire gris avec *Megalodus scutatus*, Schafh. (bivalve de Dachstein, *Cardium triquetrum*, Wulf.), et vers le nord un calcaire solide, brun rouge, avec des coraux. Ce système de couches supporte à Bludenz une dolomie avec des schistes remplis d'empreintes végétales, et dans cette dernière localité l'auteur suppose que les strates sont renversés.

Lorsqu'on monte de Dalaas au lac de Formarin on remarque un schiste gris foncé noduleux et des calcaires en lits minces avec *Avicula Escheri*, *Cardita crenata*, *Spirifer uncinatus*, puis au-dessus un calcaire à polypiers, le tout recouvrant les dolomies. Sur d'autres points, ce calcaire à polypiers renferme le *Megalodus scutatus*, et ce serait pour M. Studer le terme le plus élevé du trias de ce pays. Au delà de Klösterle un calcaire rouge qui recouvre ce dernier est caractérisé par les fossiles du lias. M. Escher a pu suivre le prolongement de ces couches vers l'E. par Ellebogen et au delà.

M. Folger qui a observé les fossiles d'Elbigenalp a étudié aussi la vallée de Bernhard (Bernhardsthal) où les calcaires gris et noirs alternent avec d'autres calcaires, des argiles et des schistes marneux. Les dolomies fossilifères occupent le fond de la vallée. Les schistes marneux et les calcaires noduleux qui sont au-dessus ont offert la *Gervillia inflata*, l'*Avicula Escheri*, la *Cardita cornuta*, le *Spirifer uncinatus* et des Pentacrines; puis vient, comme précédemment, le calcaire gris à *Megalodus*, de 15 mètres d'épaisseur,

rempli de polypiers, et une série très développée caractérisée par les fossiles du lias. La même succession de couches s'observe au delà d'Elmin où la dolomie qui plonge au S. en constitue la base. Les strates qui la surmontent sont plus épais que dans la vallée de Bernhard. Ce sont ceux que caractérisent les Gervillies et que recouvrent les bancs riches en coraux, accompagnés des bivalves de Dachstein et couronnés par le lias comme précédemment.

Nous reviendrons ailleurs sur les considérations théoriques différentes que M. Escher d'une part et M. Studer de l'autre ont déduites de ces faits; il nous suffit d'avoir exposé ceux-ci pour l'intelligence de ce qui va suivre. On verra quels sont les motifs qui ont fait retirer du trias les couches à Gervillies pour les réunir au lias, en les séparant des couches de Saint-Cassian qui doivent rester au contraire dans le premier.

M. C. W. Gumbel (1) a donné deux profils dirigés S.-N., qui se rattachent aux observations de M. Studer et en a ajouté d'autres, tel que celui de Bregenz dans le Clausterthal (fig. 1). Dans cette coupe fort intéressante, on voit, à partir des schistes cristallins : 1° grès rouge, 2° gypses, 3° schistes alpins inférieurs, 4° dolomies inférieures, 5° couches à Gervillies, 6° calcaire de Dachstein, 7° calcaire rouge d'Adneth, 8° schistes d'Algau, au sommet du Rothwand. Ces divers profils paraissent être exécutés avec une grande intelligence des phénomènes compliqués que présente le pays, mais le texte du mémoire laisse à désirer quant à leur explication et à leur coordination. La fig. 5, p. 12, représente une coupe de Lechthal à Hirschberg; la fig. 6 celle de la Vornasserspitz au Schafberg; la fig. 9 celle du Christberg à Fontanella; la fig. 12 celle du Grunten à Patnen dans le Stanzerthal où l'on retrouve toujours à peu près les éléments de la fig. 1 que nous venons d'indiquer. La fig. 13, qui représente la coupe du Grunten à l'Imberger Horn, est aussi très remarquable, et peut être utilement comparée à celles qu'ont données de ce même massif sir R. Murchison et M. Studer.

Les caractères des divers systèmes de couches décrites par M. Gumbel peuvent se résumer de la manière suivante :

1° Les *schistes alpins inférieurs* règnent sur le bord septentrional des Alpes et sont semblables à ceux des vallées d'Ill, de Kloster

(1) *Beiträge zur geogn. Kenntniss*, etc. Contribution pour la connaissance géognostique du Vorarlberg et du Tyrol méridional (*Jahr. der k. k. geol. Reichs.* 7e année, 1856, n° 1).

et de Stanz. Dans celle de la Lech, où des brisures les mettent à nu, ce sont des couches argileuses, tendres, semblables à un schiste charbonneux, un calcaire siliceux avec des concrétions, des dolomies vacuolaires et des gypses subordonnés. Ici manque au-dessous le verrucano qui existe sur la limite sud.

2° Les *dolomies* inférieures d'un gris sale sont en couches minces; un calcaire d'un blanc pur y est intercallé. Dans l'ouest du Tyrol et dans le Vorarlberg, il n'y a pas de fossiles, et leur âge peut rester douteux, mais leur position constante au-dessus du trias est incontestable. Près de Seefeld, de Garmisch et d'Ill-Graben, les couches asphaltiques subordonnées renferment des poissons du lias, et ces assises représenteraient ainsi l'étage le plus inférieur du lias alpin.

3° Les dolomies sont recouvertes de calcaires, de marnes et d'argiles avec de nombreux fossiles. Dans le Voralberg ce sont : la *Gervillia inflata*, la *Nucula complanata*, l'*Avicula speciosa*, le *Cardium austriacum*. Entre ces deux étages ou à leur jonction on observe quelquefois des bancs calcaires minces, solides, qui ressemblent au calcaire de Dachstein, ce qui a fait croire que les couches à Gervillies étaient supérieures à ce dernier.

4° Le *calcaire de Dachstein*, caractérisé par le *Megalodon triqueter*, est d'un gris bleu, noirâtre, en bancs épais, ou gris jaunâtre. Les premiers renferment beaucoup de *Lithodendron*. Le *Spirifer uncinatus* se trouve dans le calcaire gris foncé avec la *Modiola Schafhäutli*, les *Terebratula ornata* et *fissicostata* qui se montrent aussi dans l'étage précédent. Les dolomies, les couches à Gervillies et le calcaire de Dachstein sont des termes parfaitement distincts placés entre les marnes irisées et le lias, mais qui se rapportent plutôt à ce dernier dont ils représenteraient la faune inférieure.

5° Le *marbre d'Adneth* recouvre le calcaire à Megalodon. Presque toujours rouge, il est parfois gris, avec les *Ammonites Conybeari*, *heterophyllus* et *fimbriatus*, des Orthocératites, des Bélemnites, etc.

6° Les *schistes d'Algau* font aussi partie du lias, sans qu'on puisse encore assigner leur parallélisme exact. Les schistes à aiguiser d'Amergau en font également partie (Vils, Tyrol), car ils renferment les *Ammonites radians* et *amaltheus*. Dans le Vorarlberg ils sont représentés par des gisements de hornstein rouges, rarement calcarifères.

7° Le reste de la formation se voit seulement au-dessus des schistes d'Algau. Il est composé d'un calcaire solide, blanc ou rougeâtre (calcaire de Vils) avec les *Terebratula ascia*, *pala*, *antiplecta*, *Hornesi*, des *Lithodendron* et des *Apiocrinus*. Près d'Au, c'est le

Jura brun des géologues allemands qu'on observe. Dans les montagnes environnantes, ce groupe oolithique est représenté sans les calcaires blancs par des dolomies qui constituent ainsi un second niveau de calcaires magnésiens. Les roches crétacées et nummulitiques complètent ensuite la série des dépôts de cette région.

APPENDICE BIBLIOGRAPHIQUE.

Abriss der Montanistschen Kenntnisse, etc. Aperçu de la géologie et de la géognosie, avec un tableau des productions minérales du Tyrol et du Vorarlberg, in-8, 1841 (*Soc. géol. et géogn. d'Innspruck*).
Pfeiffer. Carte minér. et pétrographique des Alpes Bavaroises entre l'Isar et la Wertach, 1 feuille. Munich.
— *Vierte general Versammlung*, etc. Quatrième rapport général sur la géologie du Vorarlberg et du cercle de l'Inn supérieur. Innspruck, 1842.
Petzholdt. *Beiträge zur Geognosie von Tyrol.* Observations sur la géognosie du Tyrol, in-8. Leipzig, 1843.
Klinger et J. Trinker. Observations sur l'Innthal supérieur (*Cinquième compte rendu de la Soc. géol. et géognostique d'Innspruck*, 1843).
V. Pfaundler. *Mineral geognostisch Arbeiten von Tyrol.* Innspruck, 1846.
P. Merian. Géologie des Alpes du Vorarlberg (*Beriche über die Verhandl. der naturf. Gesellsch. in Basel*, vol. X, p. 150, 180, 1852).
L. de Buch. Sur le Tyrol et le Vorarlberg (*Zeitschr. der Deutschl. geol. Gesellsch.* vol. IV, p. 211, 1852).

§ 2. — **Bavière méridionale.**

En 1792, Math. Flurl publia de la Bavière une description, dans laquelle il appela *calcaires stratifiés anciens* ceux qui constituent la partie avancée des Alpes de ce pays. Plus tard, M. Karsten les désigna par l'expression plus simple de *calcaire alpin.* De Buch considéra les couches salifères comme y étant subordonnées, ainsi que la marne endurcie de Flurl et un grès plus ancien qui existe à Stätten, au-dessus de Bernau, à Frassdorf, etc. Il mentionne une sorte de nagelfluh près de Reichenhall, avec un gypse plus ancien, un mandelstein ou wacke stratifiée à Ranschberg et à Reichenhall, enfin des marnes endurcies et une argile ferrugineuse à Sonthofen (*antè*, vol. III, p. 95). M. Weiss (1) comprit toute cette série sous le nom de

(1) *Sud-Baierns Oberfläche*, etc. Description géogn. et topographique de la Bavière méridionale, in-4. Munich, 1820.

Sandstein Formation, en y rattachant encore la mollasse tertiaire (1).

M. Schafhäutl (2) signale comme un bon horizon un calcaire ou marbre rouge, qui partage en deux séries toute la zone secondaire de la Bavière méridionale. Ce marbre, avec les assises sous-jacentes, renferme de nombreux fossiles, sur la route de Traunstein à Rauchenberg, et il a été employé dans le portail de toutes les anciennes églises de Munich. Il est d'un rouge brun taché de clair; ses bancs sont réguliers, et ils renferment des débris d'Ammonites (*A. annulatus anguinus*, Schloth., Ziet., *A. annulatus colubrinus*, *major*, Schloth., Ziet., *A. jurensis*, Quenst., et *Johnstoni*, Sow., avec d'autres espèces de la section des *arietes* et de celle des *amalthei*). Ce calcaire est mélangé de parties vertes; sa teinte est due au manganèse et à l'oxyde de fer, et il renferme de l'argile sableuse.

Au-dessus du marbre rouge est un calcaire marneux, jaunâtre, avec *Nautilus aratus* et *Ammonites Turneri*. Dans le Sulzberg, en avant du Haselberg, les schistes marneux gris renferment les *Ammonites insignis*, Ziet., et *Strangwaisii*, Sow. Ces couches, accompagnées de gypses et de roches dolomitiques, constituent une série qui partout accompagne le marbre rouge à Ammonites. Plus loin, vers le sud, vient un calcaire noir, solide, avec *Terebratula tumida*, que l'auteur rapporte au terrain de transition. La carte jointe à son mémoire (3) montre une suite de bandes parallèles, dirigées de l'O.-S.-O. à l'E.-N.-E., et qui, à partir du nord, représentent : 1° la mollasse ancienne; 2° un calcaire, un grès vert avec du fer, du manganèse et une assise de marne; 3° des roches quartzeuses; 4° des schistes à aiguiser; 5° le marbre rouge à Ammonites avec des couches de lignite; 6° du gypse, des dolomies et du sel; 7° des silex hornstein et des marnes; 8° le calcaire alpin bitumineux.

Vers le même temps, M. C. Röminger (4), en comparant la région secondaire des Carpathes avec celle qui nous occupe, signalait dans cette dernière, à Gresten (Autriche), au milieu des couches

(1) Voy. aussi : Escher de la Linth, *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 543. — Ch. Shmitz, Carte géologique d'une partie des Alpes Bavaroises, entre l'Inn et la Wertach (*Kunst u. Gewerbsblatt d. polytech. Vereins für Bayern.* — *Gazette industrielle de la Bavière*, cah. 8, 9, p. 486, 555; 1843).

(2) *Neu. Jahrb.*, 1846, p. 640, pl. 9.— *Ibid.*, p. 819.— *Ibid.*, 1847, p. 803. — Pfeiffer, Carte minér. et pétrographique des Alpes Bavaroises, entre l'Inn et la Wertach, 1 feuille. Munich.

(3) *Loc. cit.*, pl. 11.

(4) *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 783.

charbonneuses, le *Nautilus aratus*, *Belemnites brevis*, *Terebratula tetraedra*, *T. numismalis*, *Pecten priscus*, *P. clavus*, *Modiola scalprum*, *Amphidesma donaciforme*, *Plagiostoma duplicatum*, *Gryphæa cymbium*, *Corbula cardioides;* puis à Grossau, au-dessus et au-dessous du charbon : *Belemnites brevis*, *Terebratula tetraedra*, *Corbula cardioides*, *Amphidesma donaciforme*, *Pecten priscus*, *Plagiostoma duplicatum*; enfin, près de Gross-Gaming et de Pechgraben : *Nautilus aratus*, *Belemnites brevis*, Térébratules de la section des *cinctæ*, *Spirifer Walcotii*, *Gryphæa cymbium*, *Plagiostoma giganteum*, *Pecten textorius*, *P. clavus*, *P. carbonarius*, n. sp., *Thalassites concinnus*, *T. Listeri* (1), *Amphidesma donaciforme*, *Corbula cardioides*, *Modiola scalprum*, *Pholadomya decorata*, *Rotella expansa*, *R. heliciformis*, etc. Cet ensemble de fossiles annonce la présence des étages moyens du lias sur ces divers points des Alpes de l'Autriche dont nous parlerons plus loin.

En 1828, de Buch (2) avait décrit les couches de Kruth avec de petites Avicules, qu'il comparait à l'*A. æquivalvis*, des Gervillies (*Gastrochæna tortuosa*), et il croyait que les assises du *Jura brun moyen* existaient dans les montagnes alpines de la Bavière. Les calcaires gris à *Gervillia tortuosa*, et deux Avicules indéterminées, mais voisines d'espèces triasiques de Saint-Cassian, sont associées, dit M. Emmerich (3), à des marnes, à des schistes foncés, et se montrent sur un grand nombre de points. Dans la vallée de Nadernach un *Cardium*, voisin du *C. striatum*, Sow., se trouve avec la *Nucula mucronata*, id., et dans d'autres localités sont citées les *Terebratula quadriplicata*, *spinosa*, etc. Le tout, bien que n'ayant qu'une faible épaisseur dans la masse calcaire des Alpes, appartient aux groupes oolithiques moyen et inférieur (*Jura brun*).

Au-dessous viennent des schistes noirs et gris remplis d'Ammonites (marnes à *A. amaltheus*, de M. Schafhäutl). A Hurschbühl, on y trouve les trois Ammonites des schistes à Posidonomyes

---

(1) Pour la synonymie du genre *Thalassites* de M. Quenstedt; voy. *antè*, vol. VI, p. 138.

(2) *Abhandl. d. Berliner Akad. d. Wissensch. vom Jahr* 1828, Berlin, 1831. — *Neu. Jahrb.*, 1834, p. 612. — *Ueber den Jura in Deutschland*, p. 55, 1839

(3) *Ueber die Gliederung des Alpen-Kalks*, etc. Sur les systèmes de couches du calcaire alpin des montagnes de la Bavière. *Neu. Jahrb.*, 1849, p. 437.

(*A. costatus*, *lineatus*, *crassus*), et une Pholadomye. Dans la vallée de Nadernach, dont on vient de parler, des schistes analogues se voient sous les couches précédentes à Gervillies, mais on n'y observe pas les Ammonites qui existent ailleurs. Au-dessus des couches à Gervillies, dans cette même localité de Hurschbühl, se montre un calcaire rouge avec des tiges de crinoïdes, des Nautiles, des Ammonites et des Bélemnites. C'est pour l'auteur l'équivalent du calcaire rouge d'Hallstadt qui règne dans toutes les Alpes de la Bavière.

Non loin d'Eltal, dans le bas Amergau, le calcaire rouge à Ammonites et les schistes à aiguiser sont séparés par une grande assise calcaire et dolomitique. Ces schistes renferment l'*Aptychus lamellosus* et le *Belemnites hastatus* (*B. semisulcatus*, auctorum). Dans la vallée de Füller, M. de Keyserling a observé l'*Aptychus latus* dans un grès du même âge. Par leurs caractères pétrographiques comme par leurs fossiles et leurs relations géologiques, les schistes de Buching, d'Amergau, d'Olstadt, du Gfällerthal, d'Abstwald, de Rossfeld, de Saint-Veit, près de Vienne, représenteraient les calcaires schisteux de Solenhofen, dans la Bavière septentrionale, de sorte que les divisions de la formation jurassique de la Souabe et de la Franconie, du moins les plus importantes, auraient leurs analogues dans les montagnes de la Bavière méridionale. Mais les observations ultérieures ont plutôt diminué la valeur de ces analogies qu'elles n'ont contribué à les confirmer.

M. Emmerich (1) lui-même, qui est revenu peu après sur ce sujet, ne semble pas avoir jeté une bien vive lumière sur la difficulté de saisir le parallélisme des assises découpées et discontinues du sud avec les strates infiniment mieux suivis du nord, et ce qu'il a dit ensuite (2) prouve l'incertitude de ses conclusions. Traunstien, Waidering et Unken sont, suivant ce géologue, de bonnes localités à étudier pour la connaissance des Alpes orientales. Les couches à *Gervillia tortuosa*, petites Avicules, Huîtres, etc., auxquelles vient s'associer le *Spirifer Walcotii*, constitueraient un bon horizon, malgré leur peu d'épaisseur. Elles séparent ce que l'auteur avait appelé *calcaire alpin inférieur* des calcaires rouges à

---

(1) *Zeitschrift der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. I, p. 263, 1849. — *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 621.

(2) *Ibid.*, vol. II, p. 298, 1850.

Ammonites (1). Il avait rapporté à tort au calcaire alpin supérieur des roches qui, à Amergau, à Ruhpolding et à Urchelau, sont de la craie à Orbitolites et à Hippurites. Les couches à *Aptychus lamellosus*, parallèles à celles de Solenhofen, sont au-dessus du calcaire rouge à Ammonites. On aurait ainsi de bas en haut, aux environs de Traunstein : 1° calcaire alpin inférieur; 2° couches à Gervillies; 3° marbre rouge à Ammonites; 4° couches à Aptychus; 5° marnes néocomiennes; 6° marnes foncées remplies d'Orbitolites, de *Pecten quinquecostatus*, d'Exogyres, d'Ammonites et de Bélemnites crétacés.

Entre Traunstein et Fieberbrunn, dit ailleurs le même géologue (2), le calcaire alpin est divisé par trois vallées profondes, dirigées E.-O. Au-dessus du grès rouge qui l'accompagne toujours s'élèvent des masses dolomitiques de 300 mètres d'épaisseur et davantage, puis viennent des calcaires remplis de Lithodendron. Les couches à Gervillies sont situées plus haut, et des argiles sablonneuses recouvrent le tout. De l'autre côté du Gfällerthal les roches peu dures sont surmontées de marbre rouge supérieur avec des Ammonites de la section des *fimbriati*, de calcaires schisto-marneux renfermant beaucoup d'*Aptychus* (*imbricati*), et auxquels se lient les schistes marneux, gris clair, avec *Crioceras*, *Ammonites Astierianus*, et d'autres fossiles néocomiens.

A la limite de la Bavière et du Tyrol règnent les mêmes calcaires avec *Aptychus latus* ou *imbricatus*. A l'ouest de Ruhpolding affleurent une marne calcaire noirâtre et un calcaire marneux clair, taché de brun, avec des Ammonites : ce seraient les marnes à *Ammonites amaltheus*, avec d'autres espèces de la section des *arietes* et de celles des *coronarii*, des Bélemnites du lias, etc. Non loin se montrent les couches à Gervillies, et le calcaire gris inférieur avec les dolomies forme la base de tout le système. Au pied du calcaire alpin, à peu de distance des assises à fucoïdes, apparaît une rauchwacke ressemblant à un calcaire lacustre celluleux. Sur la hauteur de Hochfellen est un calcaire blanc qui représente le calcaire madréporique, et rempli de Lithodendron, de Térébratules plissées,

(1) Nous continuerons à nous servir, avec les auteurs, de l'expression vague de *calcaire alpin*, jusqu'au moment où nous la verrons remplacée définitivement par une dénomination à la fois plus systématique et plus claire.

(2) *Zeitschrift des Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. IV, p. 85, 1851-52.

et qui, par son aspect, rappelle le marbre rouge inférieur à Ammonites. On aurait alors de haut en bas la série suivante :

1. Calcaires ou schistes de Schrambach (Lill de Lilienbach et Schafhäutl) et calcaires à *Aptychus*, ressemblant au calcaire jurassique, mais se liant au calcaire marneux néocomien. Le grès qui dépend de ce dernier groupe est surmonté de grès à Orbitolites et d'une brèche calcaire également avec Orbitolites.
2. Calcaire à Ammonites supérieur.
3. Grès charbonneux et marnes à *Ammonites amaltheus*.
4. Couches à Gervillies.
5. Calcaire madréporique ou à *Lithodendron*.
6. Calcaire alpin inférieur et dolomies prédominantes.

Le marbre rouge à Ammonites et à *Aptychus* représenterait la partie moyenne de la formation jurassique du centre de l'Allemagne, et, suivant l'auteur, on y trouverait aussi des fossiles du lias. Il remplace le calcaire rouge du nord de l'Italie, mais il est douteux que les calcaires et les schistes de Schrambach soient analogues au calcaire néocomien ou *biancone* de ce dernier pays. Les marnes à *A. amaltheus* représenteraient une partie du lias, et les couches à Gervillies, placées au niveau de celles de Saint-Cassian, font penser à M. Emmerich que les assises puissantes de dolomie, qui, avec les calcaires madréporiques et le grès rouge sous-jacent, constituent les assises secondaires les plus anciennes du pays, seraient peut-être des équivalents du muschelkalk.

En reprenant encore cette série dans un travail subséquent (1), il fait voir que les schistes à *Aptychus* et les calcaires de Schrambach, dont on vient de parler, malgré leurs caractères pétrographiques, ne peuvent être assimilés aux calcaires schisteux de Solenhofen, car l'*Aptychus* que l'on trouve à Amergau est l'*A. striato-costatus*, et non l'*A. imbricatus*. M. Schafhäutl paraît avoir confondu ces couches avec les bancs à Ammonites où manquent les *Aptychus*. Partout se rattache à cet étage le marbre rouge supérieur, tandis que l'inférieur représenterait celui d'Adneth.

M. Emmerich admet actuellement avec M. de Hauer qu'il y a

(1) *Neu. Jahrb.*, 1852, p. 453. — *Jura und Kreide Bildungen im Bayern'schen Traun-Gebiete* (*Deutsch. geol. Zeitschrift*, vol. II, p. 246, 1850. *Neu. Jahrb.*, 1852, p. 92 — Voy. aussi : *in Jahrb. der geol. Reichs.*, vol. II, p. 14, 1851. — *Neu. Jahrb.*, 1853, p. 191.

trois niveaux de marbre rouge, le plus élevé étant celui dont nous venons de parler, caractérisé par l'*Aptychus latus*, les *Ammonites biplex* et *polygyratus*, avec des Bélemnites, et placé sur l'horizon de l'Oxford-clay. Les calcaires de Haselberg et de Westerberg, près de Ruhpolding avec *Aptychus imbricatus*, et quelquefois presque exclusivement siliceux, en font partie, ainsi qu'un autre calcaire siliceux avec des dents de *Sphærodus*, qu'on trouve à sa base. Le second marbre rouge est celui du lias ; il est rempli de fossiles (*Nautilus aratus*, *Ammonites Walcotii*, *radians*, *fimbriatus*, d'autres appartenant aux *arietes*, aux *coronarii*, aux *dorsati* et aux hétérophylles, des Bélemnites et des Orthocératites), mais sans *Aptychus*. Le troisième calcaire rouge, celui d'Hallstadt, est, suivant M. de Hauer, l'équivalent, sur le versant nord des Alpes, des couches de Saint-Cassian. Il ne se trouve en Bavière, comme en Autriche, que dans le voisinage des montagnes salifères.

Au-dessous des marbres rouges on trouve, sur divers points, des marnes calcaires semblables à celles de Max-Hütte, avec des Bélemnites (de Buch), les *Ammonites Bucklandi*, Sow. (*bisulcatus*, Brug.) et *amaltheus*, suivant M. Schafhäutl. On peut y rattacher un grès avec des empreintes de plantes, lequel, d'un autre côté, paraît se lier aux couches à Gervillies. Ces strates arénacés sont probablement le prolongement des assises charbonneuses que nous trouverons si développées en Autriche. Les couches à Gervillies proprement dites, que de Buch était porté à placer dans son *Jura brun*, constituent pour M. Emmerich le terme inférieur du calcaire alpin. Les calcaires et les dolomies de sa base sont de teintes variées et remplis de Lithodendron. Sur le Hochfellen est un calcaire avec ces mêmes polypiers, des Térébratules et des Orthocératites silicifiées. C'est le *calcaire à Isocardes* ou *calcaire à bivalves de Dachstein*, si répandu dans le Salzbourg et la haute Autriche. Près de Ruhpolding, dans le Schwartzl-Aferthal, près de Reit, etc., les calcaires inférieurs constituent la base du calcaire alpin et reposent sur le grès rouge.

De son côté, M. Schafhäutl (1), en répondant à une lettre de M. Emmerich (2), pense que ce dernier a pris le marbre rouge avec Ammonites (*planulati*), qui se trouve derrière Traunstein, pour le

---

(1) *Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol IV, p. 230, 1852.
(2) *Ibid.*, vol. III, p. 284. — Voy. aussi *Neu. Jahrb.*, 1851, p. 129, pour une discussion avec M. de Hauer.

marbre rouge du bassin de Berchtesgadner, qui est d'un âge différent et qui renferme les *Ammonites Bucklandi* et *radians*, sans mélange d'espèces de la section des *planulati*. Il a également insisté sur cette distinction et sur d'autres relations qu'il croit avoir reconnues (1).

M. Studer (2) a résumé quelques-uns des principaux faits relatifs à l'étude des couches secondaires des Alpes orientales. Parmi ceux qui se rapportent à la Bavière, nous rappellerons que, d'après MM. Agassiz et de Munster, les empreintes de poissons des couches asphaltiques de Seefeld, au nord-ouest d'Innspruck, appartiennent à l'époque du lias. Dans le Tyrol, comme dans le sud de la Bavière, les couches désignées par M. Emmerich sous le nom de *schistes à Gervillies* (marnes et calcaires noirs) renferment la *Gervillia tortuosa*, l'*Ostrea explanata*, la *Nucula mucronata*, les *Terebratula ornithocephala*, *pala*, *quadriplicata*, *concinna*, *spinosa*, et seraient parallèles à l'oolithe inférieure, telle que M. de Hauer la considère plus à l'est. Les marnes grises en plaques, ou marnes à *Ammonites amaltheus* de M. Schafhäutl, devraient alors se trouver dessous.

Suivant ce dernier (3), les points culminants des Alpes avancées de la Bavière appartiennent aux couches jurassiques les moins anciennes, qui toutes reposent sur le lias. Si quelquefois elles s'appuyent sur d'autres formations, cela tient au relèvement antérieur du lias lui-même. L'auteur a distingué trois étages de dolomie. Un premier chaînon composé de cette roche se trouve ordinairement vers le pied du calcaire alpin blanc qui forme les cimes les plus élevées. Le second, comprenant des dolomies bitumineuses ou hydrosulfurées, se trouve dans le voisinage du gypse et du sel gemme. Le troisième est une dolomie cristalline grise, hydrosulfurée, constituant les plus hautes sommités, en arrière des montagnes précédentes dans le

(1) *Ueber die Gliederung*, etc. Sur les divers termes de la série des Alpes de la Bavière (*Neu. Jahrb.*, 1851, p. 129. pl. 2). — *Ibid.*, 1850, p. 584. Mémoire de M. de Hauer, *vide posteà*. — *Ibid.*, 1852, p. 282. *Geognost. Bemerkungen*, etc. Observations géognostiques sur le Kramerberg près Garnish.

(2) *Geologie der Schweiz*, vol. I, p. 122, 1851.

(3) *Beiträge zur Kenntniss der Bayern Voralpen* (*Neu. Jahrb.*, 1854, p. 540, pl. 7 et 8 de fossiles). — Voy. aussi : *Ueber die geogn. Horizonte in den Bayern-schen Voralpen* (*Neu. Jahrb.*, 1853, p. 399, p. 6, fig. 7, 11). — De Buch (*Abhandl. der k. Akad. der Wissensch. zu Berlin*, 1828).

Hochkogles. M. Schafhäutl a reconnu dans ces roches que l'on croyait sans fossiles tous ceux des dolomies jurassiques des bords du Danube, aux environs d'Ingolstadt. A Hammerstill et à Saalach sont des corps voisins des Dicérates. Des fragments de *Terebratula concinna*, *ornithocephala* et *inconstans* se montrent dans les dolomies de Mähringen.

(P. 551.) La pierre à aiguiser (*Wetzstein Schiefer*) est comprise dans les marnes tachetées à *Ammonites amaltheus*. Au-dessous est un calcaire avec hornstein noir ou coloré en rouge brun par le manganèse et l'oxyde de fer. Ces calcaires siliceux avec les substances minérales colorantes avaient été pris pour des trapps, et l'auteur avait rapporté le tout au lias. L'*Ammonites bisulcatus*, Brug. et le *Nautilus aratus* ont été trouvés dans des schistes marneux gris noir, associés aux précédents; les *Ammonites tornatus*, *galeatus* et *brevispina* avec le même Nautile dans les couches correspondantes à Gästaller-Graben. Les assises recouvertes d'argiles schisteuses, bitumineuses, noires, avec *Spondylus*, un *Spirifer* lisse, des Ammonites (*globati*), *Pinna Hartmanni*, représenteraient les couches à Gervillies et se rattacheraient encore au lias de même que des marbres bruns avec *Ammonites fimbriatus* et les masses de hornstein rouge.

Le marbre rouge d'Haselberg et de Katzenberg avec *Ammonites Parkinsoni* est surmonté de marnes gris noir avec *Gervillia inflata*. Une sous-division du lias (pied méridional du Breitenstein) est recouverte par les calcaires oolithiques à Lithodendron. En outre, les fossiles que décrit M. Schafhäutl seraient semblables à ceux de Saint-Cassian. On a vu que M. Escher de la Linth rangeait après le lias les strates à *Megalodus scutatus*, et que, dans tout le Vorarlberg, ce fossile occupait un niveau constant. Le grès des marnes irisées, taché de blanc, avec *Calamites arenaceus?* est recouvert par le calcaire du défilé de Gacht, et repose sur les schistes argileux des montagnes cristallines.

On voit ainsi que, malgré les recherches assidues de plusieurs géologues bavarois, il règne encore une certaine incertitude et une grande diversité de vues sur les vrais rapports des couches comprises dans ce pays, entre la formation crétacée et les schistes cristallins, mais on doit s'abstenir d'en rejeter entièrement la faute sur ces savants; les difficultés qu'ils avaient à surmonter justifient suffisamment les résultats quelquefois négatifs ou contradictoires de leurs observations. Ces rapports ont pu être mieux saisis depuis les

travaux exécutés récemment par les géologues de Vienne, en suivant vers l'est le prolongement des couches à travers le Salzbourg. Aussi reviendrons-nous sur leur classement définitif lorsque nous aurons exposé ceux-ci avec quelques détails.

§ 3. — Alpes de l'Autriche.

Observations diverses.

Des restes d'Ichthyosaure ont été découverts dans un calcaire probablement jurassique, près du confluent de l'Enns et de la Salza (1). Suivant M. Ferstl (2), le coral-rag constituerait une série de collines non interrompues qui, d'Ernstbrunn, s'étend jusqu'à Przenizl en Gallicie. Ce sont des calcaires gris jaunâtre, compactes, oolithiques, sablonneux ou bréchoïdes, souvent d'aspect sub-cristallin par la présence des débris de crinoïdes et d'autres fossiles (*Tragos patella*, Gold., *Lithodendron?*, *Apiocrinus mespiliformis*, Gold., *Cidarites glandiferus*, *Terebratula lacunosa*, *alata*, *perovalis*, *Diceras arietina*, *Pterocera Oceani*), dont la détermination spécifique renferme sans doute plusieurs erreurs.

Dans les collines calcaires de Saint-Veit près de Vienne, M. Moriz Hörnes (3) a signalé des Ammonites, le *Belemnites canaliculatus*, les *Aptychus latus* et *lamellosus*. Les calcaires qui s'élèvent de des-

(1) A. Boué, *Bull.*, 1re sér., vol. XIV, p. 13, 1843. — Voyez aussi pour cette partie du versant nord des Alpes, outre les cartes citées précédemment, p. 341. Blumenbach, *Neueste Landesk. des Erzh. Oesterreich unter der Enns*. in-8, Vienne, 1817. — Stutz, *Miner. Taschenbuch*, etc., 1807, — Boué, *Ann. des mines*, 1824. — *Mém. géol. et paléont.*, vol. I, p. 186, 241, pl. 1 et *passim*. — *Journ. de géol.*, 1830. — *Résumé des progrès de la géol. en* 1832, p. XXXIV. — *Jahrb. für Miner.* 1833, p. 1. — Lill de Lilienbach, Coupe des montagnes du côté oriental de la vallée de la Salza. *Résumé pour* 1832. p. XXXVIII. — Coupe occidentale, *Jahrb. für Miner.*, 1831. — Coupe du Salzbourg, *ibid.*, 1830, pl. 3. — *Neu. Jahrb.*, 1833, pl. 1. — Partsch, *Carte de l'Autriche, du Salzbourg et d'une partie de la Styrie et de la Moravie*, 1834. — Anker, *Kurze Darstellung der Miner. Geogn. Gebirgs-Verhältn. der Steyermark*, Gratz, 1835. — De Verneuil, Ammonites et Orthocératites du Salzbourg, *Bull.*, 1re sér., vol. VII, p. 315, 1836. — Von Holger, *Geogn. Karte*, etc. Carte géogn. du cercle de Manhart (Manhartsberg), près de l'Enns. Vienne, 1841. — Explication de id., Vienne, 1842. — Voy. aussi les notes bibliographiques, *antè*, vol. V, p. 129, 131.

(2) *Berichte über die Mittheil. von Freunden der Naturw.*, etc., vol. I, p. 89, 1846.

(3) *Ibid.*, vol. II, p. 3, 1847. — *Ibid*, vol. III, p. 108.

sous les dépôts tertiaires à Ernstbrunn, se dirigent au N.-E. et constituent même des montagnes considérables à Staazz, à Falkenstein, à Drosenhofen et surtout à Nikolsburg. Les bancs les plus élevés sont caractérisés par la *Diceras arietina*, et les inférieurs renferment les fossiles du *Jura blanc* du Wurtemberg.

Ces roches ne sont pas précisément la continuation du calcaire de Saint-Veit, mais elles forment une sorte de zone extérieure à laquelle se trouve associée une autre zone parallèle qui, à Cettechowitz, à Kurowitz, etc., contient aussi les *Aptychus latus* et *lamellosus*, et des Ammonites ressemblant à celles de Saint-Veit. A Nikolsburg l'auteur indique le *Chondrites intricatus*, Sternb., l'*Apiocrinus Milleri*, Schloth., l'*Echinus sulcatus*, Gold., les *Cidaris coronatus*, Schloth., *subangularis*, Gold., et une nouvelle espèce, les *Terebratula ornithocephala*, Sow., *pentagonalis*, Ziet., *pectunculoides*, Schloth., *substriata*, id., *rostrata*, Sow., *inconstans*, id., le *Sphœrodus gigas*, Ag.

Mémoires de M. Unger.

Dans un premier Mémoire, M. Unger (1) avait traité des couches qui, dans la basse et la haute Autriche, caractérisées par des fossiles du lias, sont depuis longtemps connues par les veines de charbon qu'on y exploite. En revenant sur le même sujet, ce géologue (2) distingue d'abord, dans ce que l'on a appelé le *grès de Vienne*, deux dépôts très différents par leur âge et par leur origine, quoique minéralogiquement semblables (3). L'un comprend des sédiments de haute mer, l'autre des sédiments d'eau douce formés sur le rivage non loin du précédent. Ce dernier grès est particulièrement sablonneux, argileux et marneux. La roche est à grain fin, claire ou foncée et très solide. Les argiles sont à l'état de schistes noirs ou de diverses teintes, et les marnes sont gris foncé. Ces schistes et ces grès sont parfois entourés par les calcaires du versant nord-est des Alpes. Ceux-ci ne forment point de lambeaux isolés, comme on le voit sur plusieurs cartes géologiques, mais des zones ou bandes étroites, fort allongées, parallèles et dirigées E.-O. On peut en reconnaître quatre dans lesquelles le calcaire prédomine, et qui sont comprises entre les schistes argileux et la grauwacke des Alpes centrales d'une part, les grès gris à fucoïdes de la basse Autriche de l'autre.

---

(1) *Journ. de Vienne*, 20 janv. 1845.

(2) *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 279, pl. 5.

(3) Ni l'un ni l'autre n'ont de rapports avec le *grès de Vienne* dont nous avons parlé (*antè*, vol. III, p. 103, et V. p. 137).

La première zone passe par Saint-Gallen, Reifling et Wild-Alpen. Dans les schistes marneux foncés, associés au calcaire gris bleu de la seconde de ces localités, M. Pranger a trouvé des restes d'*Ichthyosaurus platyodon*. A Wild-Alpen des fragments de *Mystriosaurus* et d'autres sauriens ont été signalés, mais on peut se demander s'ils ne proviennent pas de couches plus anciennes du trias. Les grès et les schistes marneux de la seconde zone, sur le versant nord du Königsberg, d'Esling-Alpen, à la limite du Steyermark et de la basse Autriche, contiennent généralement des couches de combustible exploitées, surtout à Hollenstein, au pied du Voralp, à Barbarestolm, etc. Les couches plongent de 60 à 80° au S. Le premier banc de charbon est très mince et manque même souvent. La zone se compose de grès, de schistes sablonneux de teintes claires et de lits de combustibles de $0^{m},60$ à 1 mètre d'épaisseur. Les empreintes de plantes observées dans les marnes sont : le *Pterophyllum longifolium*, Brong., une seconde espèce inédite à feuille étroite, l'*Alethopteris whitbyensis*, Göpp., le *Pecopteris stuttgardiensis*, Brong., et le *Tæniopteris vittata*, id. La première et la quatrième de ces espèces se trouvent aussi dans les marnes irisées. On a rencontré de plus dans les exploitations un *Equisetites*? et un Unio (*U. liasinus*?).

La troisième zone est formée par les schistes et les grès de Mollen, de Lindau, de Gaming et par ceux qui se trouvent interrompus entre Saint-Anton, Schwarzenbach et Frankenfels. Le combustible exploité y est aussi associé. Le *Pterophyllum longifolium* que nous voyons cité par M. Ad. Brongniart dans le groupe des marnes irisées se présente ici au-dessus et au-dessous du charbon ; il abonde surtout dans un schiste marneux facilement altérable. A Gaming les couches sont moins régulières que sur les autres points. Enfin les couches de charbon de la quatrième zone, de Peschgraben à Rainfeld, en traversant Lilienfeld, donnent lieu à des exploitations plus considérables que dans les précédentes. Les plantes sont en partie les mêmes, et l'on y cite de plus le *Sphænopteris patentissima*, Göpp., qui aurait son analogue dans les marnes irisées de Beyreuth, et le *Nilssonia compta*, id., qui, suivant l'auteur (1), appartient au lias d'Angleterre. Le combustible exploité à Grossau est subordonné

(1) C'est aux couches oolithiques de Scarborough, et non au lias, qu'appartient cette espèce. Il y a d'ailleurs dans ces citations de plantes d'autres erreurs qui exigeraient une rectification particulière.

à des schistes qui courent E.-O., et les lits qui plongent de 60 à 80°
au S. ont de 0m,60 à 1 mètre d'épaisseur.

Les plantes sont mal caractérisées à cause de leur mauvais état de conservation (*Alethopteris whitbyensis*, Göpp., *Zamites lanceolatus*, Lind. et Hutt., *Peuce wurtembergensis*, Ung). Les coquilles aussi peu déterminables sont rapportées à la *Pholadomya ambigua*, Sow., à l'*Inoceramus gryphoides*, à l'*Ammonites amaltheus*, Schloth. (gisement douteux). On y signale encore les *Nucula Hammeri*? *amygdaloides*, *ovalis*, *parvula*, la *Lima pygmæa*, le *Belemnites unisulcatus*, des *Myacites*, *Corbula*, etc. La *Terebratula tetraedra*, Sow., et le *Pecten textorius*, Gold., manquent à Grossau, mais abondent à Peschgraben et à Gresten. Une Myacite qui ressemble à la *Posidonomya Bronnii*, Gold., y est aussi fort répandue et a fait mettre ces couches au niveau des schistes à Posidonomyes. A Hinterholz il n'y a point de coquilles, mais il y a beaucoup de plantes, entre autres une Marsiléacée (*Icampaulia dichotoma*, Ung.). Les couches plongent au S. sous un angle de 45°. Lorsqu'on s'avance du N. au S. la bande présente des schistes calcarifères, les couches supportant les bancs de charbon et dont les plus voisines du combustible renferment des empreintes végétales, des grès de 4 à 16 mètres d'épaisseur, les bancs charbonneux de 3 à 6, enfin des argiles schisteuses de 15 à 20 avec des grès fins subordonnés. A Rehgraben et à Kirchberg, la plupart des plantes sont des espèces qui ont été trouvées dans les marnes irisées d'autres localités (*Calamites arenaceus*, Brong., *Equisetites columnaris*, id., *Pterophyllum Munsteri*, Göpp.).

M. Unger conclut de ce qui précède que ces dépôts appartiennent au lias, mais que leur étendue et les diverses assises qui les composent restent encore à déterminer. La présence des plantes du lias avec des espèces du trias doit les faire rapporter au lias inférieur plutôt qu'au supérieur, et il en serait ici comme pour les plantes de la localité de Veitlam, lesquelles, suivant M. Braun, ne peuvent être rangées avec certitude ni dans l'un ni dans l'autre groupe. Les assises synchroniques de celles-ci ne semblent pas non plus pouvoir être reconnues dans la formation jurassique de la Souabe ni de la Franconie, mais l'auteur croit qu'on peut en retrouver une partie dans ce qu'il appelle le *système alpin* du Dauphiné et de la Provence.

Le profil donné à l'appui de la description que nous venons d'analyser, coupe du S. au N. le versant septentrional des Alpes,

depuis Waidhofen jusqu'au lac de Leopoldstein, sur une étendue de 6 lieues 1/2 et il montre, à partir des roches les plus anciennes, des schistes argileux et des grauwackes avec des calcaires à crinoïdes, des calcaires sableux et un grès rouge. Sur les bords du lac, ce dernier, qui renferme la *Myacites fassaensis* et la *Posidonomya Claræ*, Emm., représenterait le grès bigarré et peut-être le muschelkalk. Au-dessus vient le lias dont les limites ne sont pas nettement tracées, puis une série de couches représentant les groupes oolithiques. La rareté des fossiles ne permet pas d'y établir des subdivisions bien régulières ni bien motivées; ceux qu'on y a reconnus, semblent indiquer, suivant M. Unger, la faune du coral-rag. Ce sont les *Terebratula trilobata*, Ziet., *vicinalis*, Schloth., l'*Ammonites lævigatus*, Sow. (1). Enfin sur le bord extrême de la zone secondaire règne le grès à grain fin et le schiste calcaire gris caractérisés par des fucoïdes (*Chondrites*). L'auteur termine son mémoire par l'énumération des plantes trouvées à Hinterholz, près Waidhofen, à Gaming, Grossau, Hallenstein, Lindau, Peschgraben, Rehgraben près Reichberg, et Pielach.

Observations de MM. Emmerich, Murchison, etc.

Les couches à Gervillies de Kruth que de Buch paraît avoir signalées le premier appartiennent, comme on l'a vu plus à l'ouest, au calcaire alpin de l'Allemagne. Elles constituent un terme fort étendu et un horizon très distinct qui a servi à éclaircir la position de tout le système. Suivant M. Emmerich (2), le marbre rouge supérieur à Ammonites et le calcaire rouge d'Hallstadt, etc., reposeraient sur les couches du *Jura brun;* les assises schisteuses avec fossiles du lias passeraient dessous. La marne à *Ammonites amaltheus* (Schafhäutl), les couches à Gervillies et les marbres rouges réunis par les marnes schisteuses forment la partie moyenne du système placé entre celui des couches qui, au-dessous, représentent le trias, et un autre qui, au-dessus, serait l'équivalent du *Jura blanc* de l'Allemagne méridionale, lequel supporterait la pierre à aiguiser de l'Amergau. On a déjà pu juger du peu de fondement de ces prétendues relations stratigraphiques par ce que l'on a dit des Alpes de la Bavière, et ce qui suit le démontrera mieux encore.

Lill de Lilienbach et MM. Sedgwick et Murchison, dans leur

---

(1) Les deux premières sont de l'Oxford-clay et la troisième du lias.

(2) *Zeitschrift der Deutsch. geol. Gesells.*, vol. I, p. 104, 1849. —*Ibid.*, vol. II, p. 298, 1850.

premier travail, avaient considéré le *calcaire alpin* des montagnes du Salzbourg comme pouvant se diviser en deux parties principales, séparées par des argiles schisteuses, des grès et des calcaires avec quelques dépôts salifères. Ils plaçaient aussi dans le lias une portion des calcaires fossilifères inférieurs. Mais, lorsqu'on suit ces grands systèmes de couches de l'E. à l'O., on y remarque des changements considérables. Ainsi, les roches qui, à l'est, souvent à l'état de dolomie, affectent des teintes claires, deviennent à l'ouest plus foncées et même noires. Quelle que soit d'ailleurs la cause du métamorphisme éprouvé par les calcaires, sir R. Murchison (1) admet qu'elle a non-seulement agi dans le sens de la hauteur et obliquement, mais encore quelquefois horizontalement, et cela sur de grandes étendues. Elle a ainsi modifié les couches supérieures en laissant les inférieures comparativement intactes. Si, dit-il (p. 171), les dolomies cristallines des Alpes orientales étaient le résultat d'un dépôt analogue au *magnesian limestone* d'Angleterre, ainsi que le pensent quelques personnes, on ne verrait pas cette répartition irrégulière et en quelque sorte capricieuse de la dolomie, qui, loin de se montrer d'une manière continue dans toute l'étendue d'une série de couches, manque ou existe sans raison apparente dans des roches de différents âges et à divers niveaux.

Nous ferons remarquer que la continuité et la régularité des strates magnésiens d'Angleterre, comme celles qu'on observe dans les couches de beaucoup d'autres pays que le savant directeur du *Geological Survey* aurait encore pu invoquer, n'impliquent pas nécessairement qu'il a dû en être ainsi partout pour les calcaires magnésiens, et cela pas plus que la régularité des bancs de grès, de calcaire et de marne, n'implique toujours une distinction et une séparation complète de ces diverses substances. Or, de même qu'on voit souvent ces dernières roches passer les unes aux autres dans le sens de l'épaisseur, ou bien horizontalement, ou encore s'enchevêtrer suivant les changements survenus dans les circonstances qui ont présidé à leur dépôt, de même, rien n'empêche qu'il y ait eu des calcaires dolomitiques qui offrent des passages, des accidents ou des dispositions anormales de sédimentation. L'état celluleux ou vacuolaire, souvent donné comme une preuve de métamorphisme,

(1) *On the geol. structure of the Alps*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 171, 1849. — *London, Edinb., and Dublin philos. magaz.*, mars, 1849).

ne l'est pas plus ici que pour les calcaires lacustres, où on l'attribue à des dégagements de gaz contemporains de leur formation.

M. F. de Hauer, qui a tant contribué par la direction de ses recherches à débrouiller le chaos des couches secondaires du versant nord des Alpes, n'est cependant parvenu à ce résultat qu'après avoir passé par une succession de doutes et d'incertitudes inévitables dans un pareil sujet. Nous le suivrons donc, ainsi que MM. Suess, Peters, Lipold, Emmerich et plusieurs autres géologues, dans les diverses publications qu'il a données de 1850 à 1856. Ici plus que dans aucune autre partie de notre travail, nous serons obligé de revenir souvent sur chaque sujet, dans l'impossibilité où nous sommes de subordonner les détails à un ordre constant géologique et géographique. Il en résultera pour le lecteur une fatigue que nous regrettons de ne pouvoir lui épargner ; mais il jugera mieux des difficultés qu'ont rencontrées ces observateurs, et pourra se rendre compte de la marche progressive de la science sur ce point. En outre, pour bien faire comprendre les phases par lesquelles a passé l'étude de ces couches, nous serons obligé d'anticiper parfois sur la description de celles qui appartiennent au trias, parce que c'est la difficulté de tracer la limite entre les deux formations qui a fait naître les opinions les plus contradictoires sur l'âge et les vrais rapports de certaines de ces couches.

Résumé de 1850.

Nous avons déjà puisé quelques faits relatifs à la formation crétacée (*antè*, vol. V, p. 133) dans un résumé de la géologie de l'Autriche publié en 1850 ; nous lui emprunterons encore ce qui suit, pour faire voir quel était, à ce moment, l'état des connaissances sur le sujet qui nous occupe ici.

Au-dessus du grès rouge (*rother Sandstein*), qui sépare le terrain secondaire des grauwackes et des schistes plus anciens, vient ce grand système que nous avons déjà vu si souvent désigné par l'expression vague de *calcaire alpin*, et qui comprenait alors non-seulement la formation jurassique, mais encore la plus grande partie du trias (1).

Le calcaire alpin constitue des masses puissantes au sud-ouest de

(1) *Jahrb. der kais. kön. geol. Reichs.*, n° 1, p. 31, 1850. — F. R. de Hauer, *Die Cephalopoden des Salzkammergutes*, in-4, avec pl., p. 47. Vienne, 1846. — Studer, *Geologie der Schweiz*, vol. I. p. 123, 125. — De Rosthorn, *Zur Geognosie und Geol. der Sudöstlichen Alpen in Steyermark, Kartnen und Krain* (*Neu. Jahrb.*, 1848, p. 634).

Vienne, et se dirige au S.-O., ou de l'E. à l'O., avec une largeur de 6 milles allemands. L'énumération des assises placées au-dessus du grès rouge montre encore une grande incertitude de leurs vrais rapports. Les calcaires sont très variés. Ce sont les calcaires rouges à Ammonites d'Hallstadt, d'Hallein, d'Adneth, de Saint-Veit et d'autres, quelquefois oolithiques. Ils sont stratifiés ou non, et bitumineux (Grünauthal, etc.), Neuhaus, à l'ouest de Maria-Zell). A Ipsitz, où les calcaires rouges sont traversés par des veines de calcaire spathique et de chaux fluatée, la roche passe à la dolomie et à la rauchwacke. Le système du *calcaire alpin* se poursuit d'ailleurs dans diverses directions. Son inclinaison au N. n'est pas plus constante que sa continuité de l'E. à l'O. Le long de sa limite septentrionale, ses relations affectent une disposition particulière; car, sur plusieurs points, les schistes et les grès se voient au-dessous de portions isolées du calcaire alpin. Tantôt les strates sont horizontaux, tantôt plus ou moins inclinés et même renversés, plongeant au S.-O. et au S.-E. D'autres fois ils affectent une disposition en éventail. Cet ensemble d'assises variées n'aurait pas été soulevé ni accidenté par un mouvement général, mais il doit ses caractères actuels à des phénomènes locaux qui se sont produits à diverses reprises.

Dans l'assise désignée comme *muschelkalk inférieur* à Starhemberg, près de Priesting, puis au nord-ouest d'Hallstadt, et à la montagne qui est à l'entrée de la vallée de Gosau, se trouve un fossile très caractéristique de ce niveau. Nous l'avons déjà vu désigné sous le nom de *bivalve de Dachstein* (*antè*, p. 283) (*Cardium triquetrum*, Wulf., Catullo, *Megalodus scutatus*, Schafh.), en Tyrol, près d'Elbinger-Alp, aux environs de Bleiberg, de Trente, dans les Alpes vénitiennes et du Vicentin, avec des gastéropodes. A Bleiberg, l'âge de ces calcaires serait déterminé par leur superposition au grès rouge. Ils sont surmontés par le marbre coquillier (*muschelkalk supérieur* ou *Keuper*). La relation serait la même sur les bords du lac d'Hallstadt. Le marbre rouge à Ammonites qui recouvre le calcaire à *Cardium triquetrum* doit aussi représenter le muschelkalk supérieur, bien que la superposition des deux systèmes rouges n'y soit pas très évidente. Sur d'autres points, les assises crétacées recouvriraient celles qu'on rapporte ici au *muschelkalk inférieur*. M. Catullo regarde les couches à *Cardium triquetrum* comme jurassiques, tandis que les géologues du Tyrol les placent plus bas dans la série ou bien dans le calcaire alpin supérieur,

L'absence, sur le versant nord des Alpes, du calcaire à *Encrinites liliiformis*, *Avicula socialis* et *Terebratula vulgaris*, si fréquent dans les Alpes du sud, ajoutait à l'incertitude des rapprochements précédents.

Les couches désignées sous le nom de *muschelkalk supérieur* se voient au nord-ouest près de Neuberg, sur plusieurs points entre Hallstadt, Aussee et Ischel. Les fossiles les plus caractéristiques sont le *Monotis salinaria*, Bronn, des Ammonites de la section des *globosæ* (Quenst.) à coquilles unies et à lobes ramifiés (*A. Johannis-Austriæ*, Klipst., *Gaytani*, id., *subumbilicatus*, Bronn, *tornatus*, id., *galeiformis*, Hau.), d'autres de la section des hétérophylles (*A. Jarbas*, Münst., *neojurensis*, Quenst., *Morloti*, Hau., *Simonyi*, id., *nodulosus*, *Aon*, Münst.), des Orthocératites, les unes avec le siphon marginal, les autres avec le siphon central, de nombreux gastéropodes, des acéphales et des brachiopodes. Ces couches sont plus fréquentes dans les Alpes du sud où nous les avons déjà indiquées comme représentant le trias supérieur (marnes irisées) et sous le nom de *couches de Saint-Cassian*, de *grès dolomitique*, de calcaire à Encrines (Fuchs), etc. Le marbre coquillier opalin de Bleiberg appartient à cet horizon qu'on ne connaît pas d'ailleurs plus à l'est ni dans les Carpathes du nord. Près d'Hallstadt ces couches qui forment des rochers escarpés semblent recouvrir celles que caractérise le *Cardium triquetrum*, et il en serait de même près d'Hallein. Elles reposent sur le muschelkalk proprement dit à la Seisseralp (Tyrol), où elles sont surmontées par les dolomies et les calcaires jurassiques, de sorte qu'elles y représenteraient à la fois les marnes irisées, le lias ou l'oolithe inférieure. Nous reviendrons plus loin sur ce sujet.

De son côté, M. Murchison avait mis le marbre de Hallstadt au-dessus du lias, parce que près de Gosau, à l'est d'Hallein il avait vu le lias recouvert par un calcaire rouge avec crinoïdes comme près d'Hallstadt, et il réunissait ce dernier aux marbres rouges à Ammonites. Mais on verra que ce calcaire rouge à crinoïdes renferme d'autres fossiles qui le font au contraire placer sur l'horizon de l'Oxford-clay.

Si de ces assises encore mal classées pour la plupart nous passons à celles que beaucoup de géologues s'accordaient à rapporter au lias proprement dit, nous trouverons ces dernières à Saint-Veit, près de Vienne, à Pechgraben, à Adneth près d'Hallein où les fossiles sont très abondants. Dans le calcaire rouge en dalles ce sont des Ammonites de la section des *arietes* (*A. Bucklandi*, *raricostatus*

et autres formes voisines), puis de celles des *capricorni* et des *falciferi*, toutes appartenant aux vrais types du lias, avec des Bélemnites et des Orthocératites. On a vu que près de Reifling un squelette complet d'*Ichthyosaurus platyodon* y avait été trouvé. Ces couches se continuent vers l'O. à travers la Bavière, et M. Emmerich les avait associées à tort à celles d'Hallstadt que nous venons de voir désignées par l'épithète de *muschelkalk supérieur*. Ces divers rapprochements n'étaient d'ailleurs encore fondés que sur les fossiles, car les relations stratigraphiques du lias sur le versant nord des Alpes étaient fort peu connues alors. Ainsi sa superposition au muschelkalk supérieur, ou plutôt à l'équivalent marin des marnes irisées restait à constater ; il en était de même de la superposition de l'oolithe inférieure au lias, dont la base avec ses fossiles n'était pas non plus bien déterminée ; enfin on ne connaissait au-dessus de ce niveau que les couches qui, près de Gaisau renferment des fossiles de l'Oxford-clay.

Au sud de Vienne, à Gumpoldskircnen, dans la vallée d'Hellemen, près de Bade, à Gresten, à l'est de Waidhofen, à Pechgraben, à Grossau, etc., est un calcaire foncé, peu épais, avec *Pholadomya ambigua*, *Lutraria unioides*, *Thalassites concinna*, *Pecten textorius*, *Spirifer Walcotii*, *Terebratula decorata*, etc. L'auteur croit que ces formes caractérisent à la fois l'oolithe inférieure et le lias, de sorte que ces couches pourraient être placées indifféremment dans l'une ou dans l'autre. Néanmoins, d'après ce que nous venons de dire du lias, ils pensent qu'elles doivent en être séparées et placées au niveau de l'oolithe inférieure, quoique ces fossiles, si leur détermination est exacte, ne justifient guère cette conclusion. Elles s'étendent vers l'O. jusqu'à Kössen en Tyrol et Algau en Bavière. Ce sont les couches à Gervillies de M. Emmerich. Aux environs de Vienne la superposition manque encore de clarté. Dans la vallée d'Hallein les roches sont dépourvues de fossiles, et sur d'autres points on rencontre au-dessous les couches de charbon dont nous avons parlé et qui sont ici réunies aux marnes irisées. Sur le calcaire sans fossiles règne un calcaire rouge à Ammonites qui, en Bavière, est aussi représenté par un marbre oolithique rouge dépendant de l'étage d'Oxford.

Au nord-ouest de Windischgarsten on observe un calcaire blanc rempli de Térébratules (*T. antiplecta*, *concinna*, *pala*, et plusieurs espèces nouvelles). Cette roche est l'analogue de celle de Vils (Tyrol) ; elle renferme les mêmes Térébratules, et toutes deux appartiennent

au groupe oolithique moyen. A Saint-Veit près de Hitzing, à Hörnstein près de Piesting, à Dürn, à Klausalps près d'Hallstadt, à Brünnkogel, non loin d'Aussee, à Gaisau, à l'est d'Hallein, on trouve l'équivalent de l'Oxford-clay. Quoique le calcaire rouge à *Terebratula diphya* rapporté par de Buch à cet étage soit très développé dans les Alpes du sud, sa présence est douteuse sur le versant nord. Du moins cette coquille n'y a-t-elle pas été rencontrée. Les fossiles des calcaires à silex de Saint-Veit sont les *Aptychus lamellosus* et *latus*, une Bélemnite voisine du *B. hastatus* et une Ammonite qui rappelle l'*A. Humphriesianus*. Le calcaire rouge est ici entouré par le grès de Vienne sans fossiles, mais les relations directes n'ont pas encore été déterminées. C'est aussi à ce niveau qu'appartient le calcaire rouge foncé à crinoïdes signalé à Gaisau par sir R. Murchison. Il en serait de même d'une partie des couches à *Aptychus* ou *schistes à aiguiser* de M. Emmerich. Dans celles de Saint-Veit on a trouvé le *Belemnites clavatus* et l'*Ammonites triplicatus*, mais une autre portion de ces mêmes schistes doit être rangée dans le groupe néocomien.

Enfin le *Jura blanc* des géologues allemands existe sur les pentes du versant nord des Alpes, se montrant seulement avec ses fossiles entre Grossau et le lac de Léopold, où l'on a vu que M. Unger y avait signalé des fossiles du coral-rag. Le calcaire à Nérinées de Plass près d'Hallstadt en fait aussi partie. Enfin par places le groupe néocomien surmonte le tout (*antè*, vol. V, p. 138).

Au moment où nous sommes arrivés, nous ne voyons donc pas que les relations stratigraphiques de toutes ces divisions du calcaire alpin soient bien nettes, ni que leurs caractères paléontologiques soient coordonnés systématiquement. De plus, les couches qui ont été mentionnées sous la désignation de *muschelkalk inférieur* ne nous ont point offert la faune partout si exclusivement propre à ce groupe, mais au contraire des corps organisés qui ne permettraient pas d'en rien conclure.

1er Mémoire de M. de Hauer.

Dans un premier travail assez étendu, M. F. de Hauer (1) a cherché à mettre en rapport les observations faites dans les Alpes de la Bavière par MM. Emmerich et Schafhäutl avec celles qu'il avait recueillies lui-même en Autriche. Il a discuté attentivement les diverses

(1) *Ueber die Gliederung des Alpen-Kalke in den Ost-Alpen* (*Neu. Jahrb.*, 1850, p. 584). — *Berichte über die Mittheil.*, etc., vol. VII, p. 12, déc. 1851.

opinions que nous avons rapportées, et démontré les erreurs graves dans lesquelles on était tombé. Les résultats de cet examen comparatif, tout en constatant une étroite connexité qu'on pouvait supposer *à priori* entre ces deux portions contiguës de la zone jurassique, n'ont point cependant complétement éclairci tous les points douteux. On peut remarquer que l'auteur y distingue pour la première fois trois étages de calcaire rouge, distinction importante et qui a été un grand pas fait pour arriver quelques années après à une classification rationnelle.

Ces trois calcaires rouges sont de bas en haut, comme nous l'avons indiqué en traitant de la Bavière : 1° Les couches auxquelles M. de Hauer conserve encore le nom de *muschelkalk supérieur*, qui renferment l'*Ammonites Aon* avec d'autres espèces de la section des *globosæ*, puis des Orthocératites, le *Monotis salinarius*, etc. Cet étage comprendrait les couches de Wengen, de Saint-Cassian, le marbre de Bleiberg, le grès doléritique, les calcaires des environs d'Agordo. C'est pour nous l'équivalent des marnes irisées. 2° Calcaires du lias, avec Ammonites de la section des *arietes* (*A. Bucklandi*, *Conybeari*, *raricostatus*), de celles des *capricorni* et des *falciferi* (*A. Murchisonæ*, *fimbriatus*, *heterophyllus*), et particulièrement développés à Adneth près Hallein, à Waidring près Kössen, Saint-Veit près Leobersdorf, non loin de Vienne. 3° Calcaire rouge de l'étage d'Oxford, avec des Ammonites de la section des *planulati* et de celle des *coronarii* (*A. tatricus*, *Calypso*, *tortisulcatus*). C'est le *calcaire à céphalopodes* (Fuchs), le *calcaire ammonitique rouge*, le *Diphya Kalk*, de quelques géologues du Tyrol. Il est représenté à Saint-Veit, et c'est le *calcaire à crinoïdes* de Dürrn, de Klauss-Alp, près de Hallstadt, etc.

Dans sa description du Tannengebirge, M. Lipold (1) a signalé le *Cardium triquetrum* (bivalve de Dachstein) dans les calcaires gris compactes, avec Lithodendron, Mélanies? et crinoïdes, qui recouvrent des grès schisteux rouges et verts, caractérisés par la *Posidonomya Claræ* et la *Myacites fassaensis*. Ces mêmes calcaires sont surmontés à leur tour par un calcaire foncé, cristallin, avec des crinoïdes, puis devenant noir, schistoïde, et passant à des marnes schisteuses noires remplies de nodules de fer et de manganèse. Au-dessus vient un calcaire bitumineux, dolomitique, qui se trouve en relation avec les couches à Gervillies et d'autres plus récentes rat-

(1) *Jahrb. der kais. königl. geol. Reichs.*, vol. II, p. 82, 1851.

tachées aux marnes du lias. Au nord-est, près de Golling, ces calcaires à *C. triquetrum* sont recouverts par le marbre rouge, les calcaires bitumineux et le schiste foncé. Ces marbres, d'un rouge brun, avec Ammonites et Orthocératites, sont ceux d'Adneth, que l'on a vus rapportés au lias. Ainsi, ce calcaire à *C. triquetrum* ou à *Isocarde*, désigné d'abord par l'expression de *muschelkalk inférieur*, se trouve ici placé entre les grès assimilés au grès bigarré et le lias bien caractérisé.

Recherches de MM. J. Kudernatsch, de Hauer et Foetterle.

M. J. Kudernatsch (1) a donné une coupe du Hochgebirge, montagne qui paraît résulter d'une dislocation dirigée S.-O., N.-E.; par suite du soulèvement de l'axe cristallin de la chaîne, des plis ou ondulations se sont formés en avant et décroissent de grandeur à mesure qu'ils s'approchent du grès de Vienne. L'auteur décrit successivement le grès bigarré, très développé à Lackenhof, le gypse des marnes irisées de Gössling, un calcaire foncé en lits minces, traversé de veines spathiques, placé au-dessus du grès bigarré, et qui alterne vers le bas avec des dolomies, tandis que vers le haut il passe au calcaire de Dachstein, qui s'étend surtout le Hochgebirge. Ce dernier, dont les caractères pétrographiques sont constants, est partout reconnaissable par les coupes cordiformes des bivalves (*Cardium triquetrum*), que les chasseurs de chamois nomment *pieds de cerfs*. La roche est un calcaire pur; au-dessus viennent un autre calcaire rempli de crinoïdes, puis des couches magnésiennes alternant avec des marnes et plongeant de 50° au S.-E. Les calcaires sont bleuâtres, compactes, à cassure conchoïde. A Neuhaus, ce sont des marbres rouges veinés, recouverts par d'autres calcaires en lits minces, ocreux, ou de teintes plus claires, et comprenant le calcaire à crinoïdes précédent. Le tout, désigné aussi sous le nom de *muschelkalk supérieur*, est surmonté par le lias semblable à celui d'Adneth.

On trouve, en continuant à s'élever, des hornstein rouges, noirâtres et celluleux, des schistes marneux, calcaires, gris cendré ou bleu foncé, à grain fin, et des dolomies faisant encore partie du lias inférieur. De Neuhaus à Brunnstein et Maria-Zell, ce dernier renferme de nombreux fossiles. La coupe de Klein-Hetzkogel à Neuhaus (p. 59) montre, dans une série de couches arquées, le calcaire de Dachstein, le *muschelkalk supérieur* et le lias. La faune des calcaires de Dachstein se rapprocherait, suivant l'auteur, de celle du

(1) *Geol. Notizen aus den Alpen* (*Ibid.*, vol. III, p. 44, 1852).

muschelkalk, tout en renfermant des Ammonites qui rappellent les types du lias. M. Kudernatsch a poursuivi l'examen de ces divers systèmes de couches dans le Mittelgebirge et le Vorgebirge, mais sans donner un résumé systématique des nombreux détails dans lesquels il est entré.

Au sud-ouest d'Hiflau et d'Odenburg, entre Jonhsbach et Nikitsch, MM. de Hauer et Foetterle (1) ont décrit des lambeaux de grès du lias près d'Altenmark et de Saint-Gall. Le calcaire d'Hallstadt et celui de Dachstein forme la masse principale de la zone calcaire de ce pays. Le premier n'est indiqué par ses fossiles qu'à Nasskõhr, près Neuberg, et à Reifling, non loin de l'Enns. Les beaux marbres exploités à l'ouest de Wild-Alp et les calcaires d'Altenmark en font partie. Quant au calcaire de Dachstein, on l'observe sur divers points, toujours caractérisé par la même bivalve, la présence de dolomies vers sa base et de nombreux débris de crinoïdes. Les relations de cet étage important ne sont pas encore ici bien établies, car nous le voyons immédiatement suivi par le grès bigarré, tandis que le calcaire de Hallstadt semble être au-dessus.

Note de M. Ehrlich.

A la suite d'une excursion dans les Alpes du nord-est, M. Erhlich (2) a fait voir que les caractères pétrographiques des roches et leurs rapports stratigraphiques s'accordaient avec les fossiles tels que les avaient déterminés MM. de Hauer et H. von Meyer. Il a remarqué que, dans la partie nord de la chaîne, les couches jurassiques plongeaient au S., et que dans la partie sud c'était l'inverse. Il y a quelques exceptions à cette règle; mais, à l'est comme à l'ouest, on peut reconnaître deux systèmes de soulèvement. Le trias, placé au sud, incline aussi au N., et l'auteur y comprend les dolérites et les rauchwackes. Il donne le tableau suivant du terrain secondaire de ce versant des Alpes, tel qu'il le comprend, et en allant de haut en bas.

Jura blanc supér. (Coral-rag, etc.)	Peu développé. C'est au nord, dans le voisinage des dépôts crétacés, qu'on le voit le mieux, depuis Ischel jusqu'à Saint-Wolfgang. Le calcaire est souvent remplacé par la dolomie. Les Nérinées y sont très répandues.
Jura brun. (Oxford-clay).	Calcaire cristallin rempli de crinoïdes à Feichtenau. Il se lie aux calcaires sous-jacents gris ou rouges, compactes, à *Terebratula diphya*, *Ammonites tatricus* à Iluls. Calcaire à *Aptychus* et schistes siliceux (Roppoldsbach-Graben). Calcaire jurassique moyen avec *Terebratula concinna*, *antiplecta*, *pala* (Prielerberg, près Windischgarsten).

(1) *Jahrb. der kais. könig, geol. Reichs.*, vol. III, p. 56, 1852.

(2) *Geognost. Wanderungen in Gebiete*, etc., in-8, avec 4 pl. Linz, 1852. — *Neu. Jahrb.*, 1852, p. 620.

Jura noir. (Lias).		Calcaire gris foncé, calcaire rouge à céphalopodes. Près d'Hiflau, *Ichthyosaurus platyodon*, *Halobia salinaria* et *Ammonites Aon* du Muschelkalk.
		Marne et grès charbonneux s'étendant sous le lias supérieur et l'Oxford-clay a Pechgraben et Neustadt.
Trias.		Couches à Posidonomyes d'Hiflau (*P. minuta* ou *wengenensis*).
	Muschelkalk.	Calcaire à céphalopodes (sel gemme d'Hallstadt, Aussee, Ischel).
		Calcaire à Isocarde (*C. triquetrum*) calcaire de Dachstein, Pyrhn, Hiflau.
		Grès bigarré, schistes rouges et grès avec calcaire gris foncé (Windischgarsten et Spital).
		Grauwacke.
		Roches cristallines.

Recherches de M. Lipold.

Les bivalves de Dachstein ou *Cardium triquetrum* sont des moules cordiformes de 5 à 20 centimètres de long, qui caractérisent, dit M. Lipold (1), un calcaire désigné aussi sous le nom de *calcaire à Isocardes*, et très développé sur le bord méridional des Alpes. Il recouvre le grès bigarré à Bleiberg et accompagne les minerais de cette localité. C'est la roche que nous avons vue désignée provisoirement par M. de Hauer sous le nom de *muschelkalk inférieur*. Dans un mémoire précédent sur les Alpes du Salzbourg, le même géologue (2) l'avait aussi regardé comme plus ancien que les calcaires dolomitiques bitumineux placés sous le lias, et l'avait également rapporté au trias.

D'après les observations qu'a faites M. Simony au-dessous de Karl'seisfeld, près de l'Alp d'Hierlatz et sur le versant sud de la montagne, un calcaire bigarré renferme de nombreux débris de gastéropodes, de céphalopodes, de crinoïdes et de brachiopodes. Parmi ces derniers, qu'a décrits M. Suess, nous signalerons le *Spirifer rostratus*, le *S. Munsteri*, les *Terebratula triplicata*, *variabilis*, *fissicostata*, *Simonyi* et *Partschii*, qui, avec les Ammonites, prouvent que ces couches appartiennent au lias. Ce sont aussi celles d'Hierlatz, où se trouvent également les *T. Partschii* et *triplicata* caractéristiques de cet horizon. D'après MM. Stur et Czjzek, entre Brienwald et Königsberg ces mêmes calcaires à Isocardes sont au-dessus des couches de Kössen. Les dépôts du même âge se montrent sur divers points des Alpes, dans le Dachsteingebirge, près de Saint-Wolfgang, etc. A Starhemberg, les couches inférieures du

(1) *Geologische Stellung*, etc. Relation géologique du calcaire alpin qui comprend le calcaire de Dachstein (*Jahrb. der kais. kön. geol. Reichsanstalt*, vol. III, 3e année, n° 4, p. 90, 1852). — *Neu. Jahrb.*, 1854, p. 88.

(2) *Jahrb.*, etc., vol. II, avec coupes.

lias viennent affleurer, suivant M. Suess, et à Hierlatz ce serait le lias moyen composé de calcaire gris clair, gris ou rougeâtre, renfermant les fossiles de cette localité.

Les assises de Kössen (Tyrol septentrional) affectent des caractères différents. On les observe sur beaucoup de points du bord septentrional des Alpes, et partout elles sont très riches en débris organiques. Les calcaires gris foncés ou bruns, à cassure esquilleuse ou conchoïde, en lits minces, alternent avec des marnes et des argiles schisteuses (1). Ce sont les couches à Gervillies de M. Emmerich, et que, dès 1850, M. Lipold avait rapportées au lias, comme ces dernières. Les ostracées, les brachiopodes et les Gervillies forment à eux seuls, vers le haut de l'assise, des bancs entiers, tantôt rapprochés, tantôt séparés. On y trouve seulement quelques traces d'Ammonites indéterminées. Les espèces les plus fréquentes sont les *Spirifer Munsteri*, Dav., *Haueri*, Suess, *rostratus*, Schloth., les *Terebratula austriaca* (*Rhynchonella*, id., Suess), *cornigera* (*R.* id. Schafh.) et *ovoides*, avec la *Gervillia tortuosa*. Vers le pied des montagnes situées au nord d'Aussee et vers Ischel, un plateau formé de calcaire ressemblant à celui de Dachstein est rempli de *Cardium triquetrum*. Au Vilkogel et au-dessous est un calcaire rouge ou blanc, grenu, avec des débris de crinoïdes. Ainsi les calcaires de Dachstein seraient plus récents que les couches de Kössen et d'Hierlatz. En résumé, les assises de Kössen et d'Hierlatz, comme celles de Dachstein, sont toutes des dépendances du lias, et non du trias, comme on l'avait cru jusqu'à présent, et les bivalves de Dachstein ne peuvent plus être considérées comme caractérisant les couches les plus anciennes du calcaire alpin, lesquelles appartiennent réellement au muschelkalk. Mais les dernières conclusions de M. Lipold laissent encore subsister quelques doutes, que les coupes jointes à son mémoire n'ont pu lever entièrement.

Nous arrivons enfin, après des détails qui ont dû paraître d'autant plus longs qu'ils se coordonnaient moins bien, au moment où la lumière commence à se faire sur les divers points restés jusqu'ici dans une obscurité plus ou moins complète, malgré tant de travaux que nous avons dû rappeler. Les recherches particulières de M. Suess et de M. Peters, et les observations générales de M. F. de Hauer, nous permettront de donner en terminant une idée plus sa-

(1) Voy. Lill de Lilienbach, *Jahrb.*, 1833.

tisfaisante de la géologie secondaire du versant nord des Alpes, et de la rattacher d'une part à ce que nous connaissons déjà plus à l'ouest, de l'autre à ce que nous verrons au nord sur la rive gauche du Danube.

Mémoire de M. Suess.

M. E. Suess a fait précéder sa description des brachiopodes des couches de Kössen (1) par quelques notes géologiques, dont nous extrairons ce qui suit. Une étude plus détaillée qu'on ne l'avait encore fait montre qu'il faut distinguer plusieurs assises dans cette division. Celles de Kössen proprement dites sont les couches à Gervillies et à Avicules de de Buch, celles de Gaisau, rapportées plus tard au lias par Lill, MM. Sedgwick et Murchison, et que MM. Emmerich et Schafhäutl ont aussi désignées sous le même nom que de Buch. Elles diffèrent des calcaires noirs de Guttenstein qui appartiennent au trias, et sont désignées par MM. Escher et Mérian comme les assises supérieures de Saint-Cassian, marquées sur les cartes géologiques par le signe t^4. Les couches de Kössen, d'après leurs fossiles, n'appartiennent pas au muschelkalk, mais au lias inférieur, et elles diffèrent aussi de celles d'Hierlatz, qui dépendent d'une assise plus élevée du même groupe.

Ces calcaires et ces marnes renferment les *Spirifer rostratus*, Schloth., *Munsteri*, Dav., les *Terebratula cornuta*, Sow., *obtusifrons* (*Rhynchonella*, id. Suess), puis la *Nucula complanata*, Phill., la *Pinna folium*, Young et Bird, la *Lima gigantea*, Desh., le *Pecten liasinus*, Nyst. Ces roches recouvrent des calcaires bruns jaunes avec d'autres fossiles qui caractériseraient un étage du même groupe (*Ammonites bisulcatus*, Brug., *oblique-costatus*, Ziet., *kridion*, Hehl, *Moreanus*, d'Orb., *Pleurotomaria expansa*, Sow. sp.

Ce système des couches de Kössen s'étend du Vorarlberg jusqu'aux environs de Vienne, sur le versant nord des Alpes, du 27° au 34° degré de longitude orientale, et l'on peut l'observer sur un grand nombre de points que mentionne le savant auteur. Sur le versant méridional de la même chaîne il joue un rôle également important, autour du lac de Côme, dans le val Brembana, le val Seriana, le val Trompia, le val d'Annone, et jusqu'à Roveredo.

---

(1) *Ueber die Brachiopoden der Kössener Schichten* (*Densks. der Mathem. Naturwiss. Classe der kais. Akad. der Wissensch.*, vol. VII, 1854, avec 4 pl.). — Voy. *Séance de la classe de mathém. et d'hist. nat. de* id., vol. X, p. 283.

Les *Spirifer rostratus* et *Munsteri* avec d'autres fossiles caractéristiques ont été signalés au Monte-Generoso, etc.

Les couches de Starhemberg et celles de Dachstein sont des calcaires jaunâtres ou rougeâtres, dont la faune est semblable à celle de Kössen. Les brachiopodes y sont très nombreux, et d'après la distribution des fossiles et particulièrement des coraux, on pourrait les considérer plutôt comme des *colonies* que comme de véritables représentants des couches de Kössen. On les observe sur des points isolés les uns des autres, près d'Hirtenberg, à Starhemberg, à l'ouest vers Tonion, dans la vallée de la Mürz, à Kirchholz, près d'Adneth et sur divers points intermédiaires, mais alors dépourvus de fossiles.

Quant au calcaire de Dachstein (*calcaire à Megalodus*, Schafh. et Escher), à une seule exception près, il n'a offert de céphalopodes que dans sa partie moyenne. Il forme aussi une portion considérable des montagnes qui s'étendent du Vorarlberg aux environs de Vienne, et on l'observe également en Tyrol dans l'Etsch-Thale près de Trente. Sous ce nom de *calcaire de Dachstein*, M. Suess désigne non-seulement la partie supérieure qui renferme les grandes bivalves si souvent citées, mais encore toute la série des calcaires jaunes, rouges ou gris qui s'étendent du trias au lias supérieur. Toutes ces couches paraissent renfermer des fossiles semblables à ceux de Kössen. A Dachstein il n'y a que les calcaires et les bancs subordonnés. On trouve dans ceux-ci la *Terebratula pedata* qui, sur une grande étendue, caractérise un horizon assez net. Dans le voisinage du lac d'Aussee ce sont des calcaires noirs avec des Térébratules silicifiées. Près de Hallstadt il est gris blanc, traversé de veines rouges ou jaunâtres. Les calcaires à Lithodendron sont blancs et ne se distinguent pas de ceux de Dachstein. On y trouve le *Spirifer Munsteri* et la *Terebratula cornigera*.

Les relations de toutes ces couches, malgré les détails dans lesquels est entré l'auteur, ne sont pas cependant encore rigoureusement établies ; on peut remarquer néanmoins que celles de Kössen et de Starhemberg, de même que les assises à Lithodendron et les schistes à Avicules, malgré la différence des roches qui les constituent, sont reliées par un certain nombre de fossiles communs. Leurs faunes particulières ne sont que des modifications partielles d'une faune générale, celle des calcaires et des marnes noires de Kössen. Par l'analogie de leurs fossiles le calcaire de Dachstein et les couches à *Terebratula pedata* doivent y être réunis.

Les calcaires noirs de Kössen s'étendent de Braudner-Ferner jusqu'à Gumpoldskirchen, mais rien ne prouve la continuité des autres membres de la série. Les limites des assises de Kössen et de Starhemberg ne sont point marquées par des différences dans la teinte des roches. Le tout recouvre les couches d'Hallstadt caractérisées par les fossiles de Saint-Cassian ou des marnes irisées, et surmonté à son tour par des strates avec les fossiles du lias supérieur. On ne trouve point dans ces derniers d'espèces communes avec les couches de Kössen, mais les céphalopodes et les gastéropodes qui y sont plus nombreux donnent à leur faune un aspect général qui lui est propre.

Cette série de Kössen représente ainsi le lias inférieur; mais comme elle comprend également le calcaire de Dachstein qui a plusieurs milliers de pieds d'épaisseur, cette partie du lias en aurait ici une exceptionnelle. Sur les points où le calcaire de Dachstein est si épais, tout ce qui est au-dessous est sans fossiles, et les débris organiques ne commencent à se montrer qu'à une assez grande distance au-dessus de la base. Les bancs à *Terebratula pedata* doivent appartenir à un niveau inférieur.

On sait qu'au delà du Rhin les caractères de la formation se modifient, et M. Escher avait déjà fait voir qu'entre Chur et le lac de Constance il y avait des différences brusques et tranchées. C'est à Calenda que l'oolithe inférieure repose sur des roches plus anciennes, et le trias ainsi que le lias manquent sur la rive opposée du fleuve. Cette circonstance vient confirmer la discordance qu'on observe entre le lias supérieur et le groupe oolithique inférieur, d'où l'on peut présumer qu'un soulèvement considérable des Alpes orientales a occasionné cette relation anormale.

Les couches de Gresten, dont nous avons parlé au commencement de cette section, sont des calcaires marneux noirs et des grès foncés. Les calcaires présentent des veines de charbon et des fossiles du lias (*Spirifer rostratus* et *Munsteri*, *Terebratula cornuta*), communs aux couches de Kössen. On y trouve en outre *Mactromya cardioides*, Phill., *Cardinia Listeri*, Sow., Ag., *Pholadomya ambigua*, id., *P. decorata*, Hartm., *P. Hausmanni*, Gold., *Nucula complanata*, Phill., *Gonyomya rhombifera*, Gold., *Pleuromya unioides*, id., sp., *Nucula complanata*, Phill., *Pinna folium*, Young et Bird, *Lima gigantea*, Desh., *Pecten liasinus*, Nyst. L'*Avicula intermedia*, la *Pinna folium*, la *Nucula complanata* et le *Pecten lia-*

tinus sont des fossiles qui se trouvent généralement dans le lias et qu'on rencontre aussi à Kössen.

Suivant MM. de Ettingshausen et Unger la flore de Gresten est très riche. On a vu que certaines espèces étaient communes au lias et aux marnes irisées. Les acéphales et surtout les Myes sont fort abondantes, et, de même qu'à Kössen, les gastéropodes et les céphalopodes le sont moins ; à d'autres égards ces deux systèmes de couches offrent des différences notables. Celles de Gresten paraissent avoir été déposées près du rivage comme les marnes irisées. Les points les plus éloignés où on les observe sont Bernreuth et Pechgraben, distants de 10 milles (Allem.). M. Unger les avait rangées dans le lias dès 1848 (*antè*, p. 367), et plus tard, M. Kudernatsch émit la même opinion (1). Elles reposent directement sur les couches de Guttenstein.

La *Cardita ornata* et le *Spondylus obliquus* seraient les seules espèces communes à la fois aux couches de Saint-Cassian et de Kössen; l'*Actœonina alpina* est citée par M. Mérian sans localité précise, et l'*Avicula gryphœata* de Saint-Cassian et du lias d'Angleterre n'est autre que l'*A. contorta*, Portl.

Dans le Vorarlberg, le lias et les couches de Kössen affectent la même stratification. D'après ce que M. Suess a dit du Starhemberg on voit que le calcaire à *Megalodus scutatus* de M. Escher (n° 9 de la coupe, *antè*, p. 351) doit être le calcaire de Dachstein, de même que les couches que ce dernier géologue avait mises en parallèle avec celles de Saint-Cassian ne sont autres que celles de Kössen. Les assises de Hallstadt, au contraire, sont les véritables représentants de celles de Saint-Cassian ou au moins d'une partie d'entre elles. Le lias supérieur à Ammonites est toujours séparé des couches de Hallstadt par l'équivalent de l'étage de Kössen (2), mais M. Lipold, qui avait confondu les assises de Starhemberg avec celles de Hallstadt, plaçait ces dernières au-dessus du lias d'Adneth.

Dans toutes les Alpes orientales, les couches de Kössen sont nettement séparées de celles d'Hallstadt par leurs fossiles, et il n'y a pas une seule espèce commune entre les deux étages; mais comme la faune de Kössen est très voisine de celle du lias et l'autre de celle du muschelkalk, on a de la sorte, dans cette région, les véritables

---

(1) *Jahrb. der k. k. geol. Reichs.*, vol. II, p. 44, 1852.

(2) Profil donné par M. Emmerich (*Zeitschrift der Deutsch. geol. Gesellsch.*, 1852, p. 515).

limites naturelles des deux formations jurassique et triasique.

M. Suess décrit ensuite 14 espèces de brachiopodes, provenant des couches de Kössen, de Starhemberg et du calcaire à Lithodendron, puis 5 de celles de Gresten. Les tableaux qui terminent son travail font voir la distribution de ces espèces dans les diverses localités où ces dépôts ont été signalés.

Observations de M. Stur.

La coupe qu'a donnée M. Dionys Stur (1) de la vallée de l'Enns, entre Wissenbach et Pirn, montre de bas en haut :

1. Grès bigarré inférieur rouge, reposant sur la grauwacke.
2. Grès quartzeux et schistes micacés formant une masse puissante.
3. Calcaire gris, schisteux vers le haut.
4. Grès gris avec *Myacites fassaensis*.
5. Schistes et marnes calcaires jaunâtres avec *Posidonomya Claræ* et *Naticella costata*.
6. Rauchwacke, calcaire foncé, dolomie et rauchwacke alternant.
7. Grès de diverses teintes, ou rouge foncé et marnes avec Myacites et *Posidonomya Claræ*.
8. Calcaire de Dachstein.

La séparation du grès bigarré et du calcaire de Dachstein est quelquefois marquée par le calcaire noir ou ses dolomies. Ailleurs ce calcaire repose immédiatement sur le grès. Il en entoure la partie principale comme un vaste croissant constituant des montagnes de plus de 2000 mètres de hauteur, mais avec une stratification semblable à celle du grès et un plongement au N.

L'étage de Dachstein avec ses dolomies présente vers le bas un calcaire non stratifié, dolomitique, par places, puis vient le calcaire en bancs réguliers, parfois horizontaux, ou bien plongeant tantôt au N.-E., de 70° à 80°, tantôt au N. de 25° à 30°. Les bivalves caractéristiques y sont abondantes près de Mitterndorf. Les calcaires qui accompagnent les couches de Starhemberg sont tachetés de rouge et de gris ; ce sont les plus fréquents. Ils constituent des gradins sur le versant nord du Grimming où le calcaire de Dachstein forme une muraille verticale. Plus au nord sont les couches de Hierlatz avec des crinoïdes, des brachiopodes et dont le plongement au N. est plus prononcé. Entre Kren-Alp et Kramp-Alp, une dépression, dont le fond est occupé par trois lacs, offre un profil où l'on voit la dolomie entourée par le calcaire de Dachstein. Les couches y sont d'abord ployées comme au Grimming, puis horizontales au sommet.

(1) *Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, n° 3, p. 461, 1853.

Le plongement général est au S. Un grès avec *Halobia Lommeli* se voit intercalé entre le calcaire de Dachstein et la dolomie. Il est gris, friable, bréchoïde, et diffère du grès du lias par la présence de ce fossile. Il en est de même près de Wissenbach, et ce sont ces dolomies avec les grès qui forment la base de ce que l'on a si longtemps appelé le *calcaire alpin*.

Mémoire de M. K. Peters

Le mémoire de M. Karl Peters sur les Alpes calcaires du Salzbourg, dans le district de la Saale (1), nous paraît encore plus propre qu'aucun des précédents à faire bien comprendre la série des couches secondaires inférieures de ce pays. Les relations stratigraphiques y sont étudiées avec soin, et des coupes nombreuses et bien choisies permettent de saisir les vrais rapports du trias et du lias ; aussi devrons-nous, par anticipation et pour l'intelligence des faits, décrire ici tout ce qui se rattache à ces dépôts, et en procédant de bas en haut. L'étude des strates plus récents ou oolithiques n'a pas conduit l'auteur à des résultats aussi satisfaisants.

1° Les *couches de Werfen* (grès bigarré), dit M. Peters, constituent une chaîne le long du versant sud des Alpes calcaires du Salzbourg. Les schistes et les grès se trouvent dans le versant méridional de la vallée de Leogang, et en face du chaînon de schiste argileux sous-jacent. Les fossiles de Dienten sont dans ce dernier, ce qui rend probable que tous les schistes gris de ce chaînon font aussi partie de la même série. A l'ouest, on observe un bouleversement des couches de Werfen. Les schistes rouges plongent au N., sous les formations horizontales plus récentes du versant septentrional de la vallée deL eogang.

Entre Lofer et Waidring est un ravin qui ne pénètre pas jusqu'aux schistes rouges. En cet endroit ce sont plutôt les grès rouges, bruns ou verdâtres, que les schistes marneux, qui sont développés, et, même dans cette partie des Alpes, le verrucano est le terme le plus ancien du trias. M. Lipold l'a signalé dans la pente occidentale de la vallée de Leogang entre les schistes de transition et le grès rouge (*rothe Sandstein*). La roche qui s'accorde avec la description qu'en ont donnée les géologues suisses est sans mica, et ressemble à s'y méprendre au conglomérat de Gosau. Il n'y a point de fossiles particuliers ; ce sont quelques échantillons en mauvais état de *Myacites*

(2) *Die salzburgischen Kalkalpen im Gebiete der Saale* (*Jahrb. der k. k. geolog. Reichs.* 5e année, n° 1, p. 116, janv., mars, 1854).

fassaensis, de *Naticella costata* et de plantes indéterminées rares ; il n'y a ni sel ni gypse.

2° Les *couches de Guttenstein* sont des calcaires noirs et des schistes noirs sur le parallélisme desquels nous reviendrons en parlant des travaux de M. de Hauer.

3° S'il n'était pas démontré, par l'examen d'autres localités, que les *calcaires à céphalopodes d'Hallstadt* succèdent immédiatement aux couches de Guttenstein, on ne le soupçonnerait pas ici où les roches dolomitiques empêchent de saisir les rapports qu'on observe ailleurs. La dolomie qui représente les couches d'Hallstadt est bien stratifiée, fragile, gris clair, saccharoïde, sans rauchwacke. Dans la partie occidentale du district elle plonge au N. de 10° à 30° ; sur la rive droite de la Saale l'inclinaison est de 30° à 45°. Au nord de Waidring c'est un calcaire gris de plus de 300 mètres d'épaisseur qui remplace celui d'Hallstadt. Entre les dolomies et le lias inférieur il y a des strates qui, au sommet de Brandelhorn, deviennent le calcaire de Dachstein. M. Lipold a remarqué un schiste calcaire gris noir avec *Halobia Lommeli* et une Ammonite indéterminée. Il est peu développé, plonge au N.-N.-E., et il en est de même à Rothorn.

4° *Calcaires, lias inférieur et dolomies* (en partie couches à *Lithodendron*). La limite de cet étage et du précédent est sur beaucoup de points difficile à établir; aussi M. Lipold avait-il réuni sous le nom de *couches à Lithodendron* tout ce qui est compris entre les couches de Guttenstein et celles de Kössen. On peut déduire de l'étude de certaines localités que la dolomie blanche saccharoïde se trouve placée entre les couches d'Hallstadt et celles à Lithodendron. Près de Waidring elle aurait 200 mètres d'épaisseur et ailleurs davantage, suivant que les bancs à Lithodendron au-dessus et ceux d'Hallstadt au-dessous deviennent plus ou moins dolomitiques. Sur d'autres points la dolomie est bitumineuse, et elle forme des murailles escarpées à la partie occidentale du Zamitaghorn, etc. En cet endroit un calcaire foncé qui recouvre la dolomie est à son tour surmonté de couches remplies de fossiles. Ailleurs c'est un calcaire de teinte claire qu'on trouve au-dessus de la dolomie et qui renferme les Lithodendron.

(P. 125.) 5° Les *couches de Kössen* sont bien développées entre la Saale, Waidring, Lofer et la frontière de la Bavière. Elles occupent une sorte de bassin entre les Alpes de l'Autriche et celles de ce dernier pays. Près du Sonntagshorn et sur la pente méridionale du Kammerkahr les couches types recouvrent un calcaire foncé sans

fossiles, reposant lui-même sur la dolomie précédente. Au Sonntagshorn le plongement est de 30° à 40° au S.-E. et la direction S. 16° à 20° O. Près de Waidring la direction est N.-E. et l'inclinaison moindre. A Unken la direction est à l'O. et le plongement de 20° à 25°. La partie la plus basse du bassin se trouve au nord de Lofer-Alpen, et il est occupé par toute la série des dépôts plus récents dont les strates sont plissés d'une manière particulière, bien que leur disposition générale soit symétrique. Un soulèvement venant du N.-O. a néanmoins altéré cette régularité, et, de ce même côté, on voit affleurer des couches qui paraissent être celles de Werfen. Les assises de Kössen ont de 125 à 150 mètres d'épaisseur, en y réunissant les calcaires gris inférieurs. Les caractères pétrographiques ont été décrits par M. Emmerich, et les fossiles signalés par M. de Hauer. On y trouve, en outre le *Spirigera oxycolpos*, Emm., entre Waidring et le Kammerkahr, le *Spirifer Munsteri*, Dav., de petites Gervillies, des Modioles, les *Nucula complanata*, Phill., *Hammeri*, Defr., *Hausmanni*, Roem., et une espèce nouvelle, un *Cardium* ou *Cardita crenata*, Munst., la *Gervillia inflata*, Schafh., caractéristique des couches de Unken. L'*Avicula Escheri*, Mér. et l'*A. intermedia*, Emm., voisine de l'*A. inæquivalvis*, se montrent dans les calcaires bleus ou bruns.

6° Les *calcaires de Duchstein*, qui recouvrent les couches de Kössen sont des roches solides avec des silex hornstein ; ils sont surmontés d'un calcaire blanc à grain fin, et leur épaisseur est de 90 à 300 mètres. Au-dessous du Kammerkahr, cet étage se sépare nettement du précédent. A Lafelde, où ce dernier manque, le calcaire de Dachstein, ou calcaire à *Megalodus*, occupe le versant de la Saale. Là où se trouve le calcaire rouge du lias, ou marbre d'Adneth, il repose directement sur le calcaire blanc de Dachstein, auquel il se lie minéralogiquement. M. Escher avait observé dans le Vorarlberg un passage analogue des deux étages. Lorsque les couches de Kössen viennent à manquer, le lias rouge d'Adneth rend la classification de la série plus difficile. L'étage de Dachstein forme d'ailleurs les parties élevées des montagnes; il est toujours placé entre celui de Kössen et celui d'Adneth, mais diversement développé; suivant les points, les relations stratigraphiques se trouvent obscurcies sans néanmoins être jamais interverties.

7° *Couches d'Adneth*. Lofer et Unken sont des localités types pour l'étude de l'étage d'Adneth. Dans le bassin précité, le calcaire rouge du lias a de 35 à 100 mètres d'épaisseur. Les couches ont

des caractères constants qu'on reconnaît fort aisément, et l'on ne comprend pas comment elles ont pu être confondues avec celles d'Hallstadt. Sur le Kammerkahr et le Lofer-Alp, on y trouve des nodules ferrugineux brillants, à couches concentriques. Les silex y sont rares; les couches où ceux-ci abondent sont plus élevées dans la série. Sur ces deux points on voit, au-dessus du calcaire rouge, un calcaire gris à *Aptychus* formant un plateau. Dans le versant nord du Kammerkahr, on y signale les *Ammonites tatricus*, Pusch, *mimatensis*, d'Orb., *heterophyllus*, Sow., *fimbriatus*, id., *serratoides*, Quenst., *Jamesoni*, Sow., *radians*, Schloth. Le calcaire rouge du lias disparaît dans les parties élevées de la région qu'occupe le calcaire de Dachstein, et nulle part l'auteur n'a rencontré les fossiles d'Hierlatz.

8° Quant aux couches qui représentent des assises jurassiques plus élevées, nous ne voyons pas que M. Peters ait été plus explicite que M. Emmerich ni que M. Lipold, qui, sur certains points, ont confondu les calcaires rouges du lias avec ceux de l'Oxford-clay. Les calcaires à *Aptychus* et la *pierre à aiguiser* ne sont pas encore non plus à ce qu'il semble bien séparés sur tous les points, et les marnes néocomiennes ont recouvert les limites de ces divers systèmes, comme les forêts actuelles qui occupent la surface du pays. L'épaisseur des couches à *Aptychus* ne dépasse pas 100 mètres, et l'auteur conclut que, même avant le dépôt de ces calcaires gris, qui représenteraient le *Jura blanc* dans cette partie des Alpes, il y avait déjà eu une perturbation considérable; de sorte qu'il n'existerait point de continuité dans la série jurassique comme cela a lieu pour la série crétacée.

M. A. de Shouppe (1), dans ses observations sur l'Erzberg, près d'Eisernez et sur les environs de cette ville au nord de Steyermark, a fait connaître les rapports du trias avec les dolomies et avec les calcaires noirs (*calcaires mosaïques* de M. F. Melling) ou calcaires de Dachstein de cette région.

2e mémoire de M. de Hauer.

M. F. de Hauer, qui avait d'abord établi, dans la série secondaire du versant nord des Alpes, quatre divisions (1° schistes de Werfen ou grès bigarré; 2° calcaire de Dachstein ou muschelkalk inférieur; 3° couches de Hallstadt ou muschelkalk supérieur; 4° couches charbonneuses des Alpes représentant les marnes irisées ou le lias le plus

(1) *Geognost. Bemerk.* etc. Observations géognost. sur l'Erzberg (*Ibid.*. p. 396, mai, juin, n° 2, p. 396, 1854).

inférieur), a reconnu depuis (1) que les termes 2 et 4 appartenaient au lias, et qu'une nouvelle division devait être introduite pour les calcaires noirs ou foncés, qui, bien que liés au grès bigarré, en sont cependant pétrographiquement distincts. Ce sont les couches de Guttenstein dont nous avons déjà parlé. Le trias des Alpes orientales se trouve alors composé de deux groupes, dont l'inférieur se diviserait en deux étages : 1° les schistes de Werfen ou grès bigarré, et les calcaires de Guttenstein, qui pourraient représenter le muschelkalk ; 2° les couches d'Hallstadt, ou muschelkalk supérieur de l'auteur, que nous mettons tout de suite sur l'horizon des marnes irisées. C'est au-dessus de ces dernières que commence la série jurassique ayant comme partout le lias à sa base.

Le lias des Alpes orientales comprend, dans cette nouvelle classification : 1° *calcaire de Dachstein* et *couches de Starhemberg* ; 2° *couches de Kössen* ; 3° *couches de Gresten* ; 4° *couches d'Adneth* ; 5° *couches d'Hierlatz*. On remarquera que M. Peters mettait le calcaire de Dachstein au-dessus des couches de Kössen.

1° Le *calcaire de Dachstein* et les *couches de Starhemberg* règnent dans la haute et basse Autriche. On les observe sur un très grand nombre de points. Près de Saint-Veit, au sud-ouest de Baden, à l'ouest de Piesting, ils constituent le Kressenberg ; on les trouve au sud de Guttenstein, de Oehler et de Shober, à l'ouest de Schwarzau, de Prieneck et de Gippelberg, à l'ouest de Maria-Zell, dans le Steyermark méridional, au nord de Windischgarsten, etc. Cet étage repose sur les schistes de Werfen ou sur les calcaires de Guttenstein, plus ordinairement sur la dolomie, et, accompagné de celle-ci, sur les calcaires d'Hallstadt. Lorsque les dolomies manquent, il se trouve en contact avec ces derniers. Dans la coupe prise par M. Suess, en face de Starhemberg, on voit les calcaires de Dachstein, comprenant comme couches subordonnées les bancs proprement dits de Starhemberg et les calcaires à *Megalodus triqueter*. Quelquefois cet étage est recouvert par celui d'Hierlatz, ailleurs par celui d'Adneth (Golling, etc.) (2). L'âge de ces cal-

(1) *Ueber die Gliederung*, etc., Sur les relations du trias, du lias et du Jura dans les Alpes du nord-est (*Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt*, vol. IV, p. 715-784, avec carte et coupes, 1853). — *Neu. Jahrb.*, 1854, p. 455. — *Geologische Uebersichts-Karte des Erzherzogthumes Oesterreich* (*Jahrb. der k. k. geol. Reichsanstalt*, 1854, 4ᵉ livr. pl. 2).

(2) Voy. Lipold, *Schilderung des Tännengebirges* (*Jahrb. der*

caires est déterminé par les fossiles qu'y a découverts M. Stur (1), non loin des ruines de Starhemberg, près de Piesting. Ce sont le *Megalodus triqueter* (2), sp. Wulf., la *Modiola Schafhäutli*, Stur, les *Avicula intermedia*, Emm., *Escheri*, Mér., les *Spirifer rostratus*, Schloth., *Emmerichi*, Suess, *Munsteri*, Dav., les *Terebratula cornuta*, Sow., *Waterhousii?*, Dav., *piriformis*, Suess, *gregaria*, id., *fissicostata* (*Rhynchonella*, id., Suess), *cornigera*, id., *subrimosa*, id.

2° Les *couches de Kössen*, placées ici au-dessus de celles de Dachstein, sont des calcaires marneux, de teintes foncées, en lits minces, rapportés d'abord à l'oolithe inférieure, mais que M. Lipold a observés au-dessous des couches d'Adneth. Près de Saint-Wolfgang, elles reposent sur des dolomies sans fossiles. M. de Hauer y cite, provenant d'un grand nombre de localités, les espèces suivantes :

Bélemnites? Orthocératite (*Melia*), *Nautilus Sturi*, Hau., *Ammonites bisulcatus*, Brug., *obliquecostatus*, Ziet., *kridion*, Hehl,

---

k. k. geol. Reichs., 1851, p. 83, et part. 3, p. 114). — Schafhäutl, *Ueber die rothen Ammoniten Marmore vom Oberalm*, *Adneth*, etc. (*Neu. Jahrb.*, 1848, p. 136).

(1) *Ibid.*, p. 619, 1850.

(2) Ce fossile, désigné si souvent par l'expression de bivalve de Dachstein ou d'Isocarde, a d'abord été figuré sous le nom de *Cardium triquetrum*, par Wulfen (*Descript. Helmentoliti pulcherr. versicoloris*, Erlangen, 1794, fig. 2). Il provenait de Bleiberg. Brocchi l'a signalé au mont Antelao dans le Cadore (*Bibl. ital.* vol. XXV, fév., mars 1822, p. 275). M. Catullo l'a représenté dans son *Saggio di zool. fossile*, p. 140, pl. 1, fig. D, E, F, et pl. 2, fig. Aa. Il provenait de Pieve di Cadore. M. A. Boué l'a nommé *Isocardia carinthica* (*Mém. Soc. géol. de France*, 1re sér., vol. II, p. 47, pl. 4, fig. 5, 1835). — M. Schafhäutl l'a appelé *Megalodon* et *Megalodus scutatus* (*Geogn. Untersuch. des Südbayer. Alpengebirges*, p. 145, pl. 23, 24, fig. 31, 32. Munich, 1851). — *Neu. Jahrb.*, 1855, fig. 1. — Voy. aussi Escher et Mérian, *Geol. Bemerk. über das nördl. Vorarlberg*, p. 18. — M. Curioni qui en a aussi donné des figures (*Sulla successione normale dei diversi membri del terreno triasico*, etc. (*Giorn. dell' I. R. Istituto Lomb.*, etc., vol. VII, 1855), croit que la coquille des Alpes du nord-est de la Bavière et de l'Autriche, pourrait bien n'être pas la même que celle de la Lombardie (Monte Antelao, monte Mariana dans la Carina), des provinces vénitiennes, de la Carinthie, etc. — MM. Escher et Mérian pensent aussi que la coquille bivalve de Dachstein est plutôt le *Megalodus scutatus*, Schäfh., que le *Cardium triquetrum*, Wulf. (*Neu. Jahrb.*, 1853, p. 167).

Morcanus, d'Orb., *Pleurotomaria expansa*, Gold., *Natica alpina*, Mér., *Megalodus triqueter*, sp. Wulf., *Cardium austriacum*, Hau., *rhaeticum*, Mér., *Nucula complanata*, Phill., *Modiola Schafhäutli*, Stur, *Gervillia inflata*, Schafh., *Avicula inæquiradiata*, *Escheri*, Mér., *intermedia*, Emm., *Pinna folium*, Young et Bird, *Lima gigantea*, Desh., *Pecten liasinus*, Nyst, *Plicatula intusstriata*, Emm., *Ostrea Haidingeriana*, id., *Thecidea Haidingeri*, Suess, *Terebratula cornuta*, Sow., *piriformis*, Suess, *horia*, id., *gegaria*, id., *fissicostata* (*Rhynchonella*, id.), *subrimosa*, id., *cornigera*, Schafh., *Spirigera oxycolpos*, Emm., *Spirifer Munsteri*, Dav., *rostratus*, Schloth., *Emmerichi*, Suess, *Discina celtensis*, id.

3° *Couches de Gresten*. M. Suess (1) avait remarqué le premier que les brachiopodes des calcaires qui accompagnent les gisements de charbon des Alpes, près de Grossau et de Pechgraben, différaient de ceux des étages précédents, bien qu'il y ait un certain nombre d'espèces d'autres genres, communes à tous les trois, et même que quelques-unes remontassent jusqu'au cinquième (couches d'Hierlatz). Ainsi les types animaux des couches de Gresten, comme ceux des plantes dans les bancs charbonneux, constitueraient un horizon bien marqué et bien limité dans la série secondaire des Alpes. Il s'étend de Brühl, près Modling, jusqu'à Grünau. Quoiqu'en général le calcaire paraisse être au-dessus des schistes, des grès et du charbon, il ne peut en être séparé géologiquement. Dans l'exploitation de Bernreuth, au nord-ouest d'Hainfeld, deux veines de charbon, de 1 mètre à 1^{m},25 d'épaisseur chacune, subordonnées au grès, sont séparées l'une de l'autre par un calcaire gris avec des Térébratules et d'autres fossiles. Dans une coupe passant par la mine de Miesbach, la veine de charbon, de 1 mètre d'épaisseur, est toujours subordonnée au grès avec lequel alternent de puissantes assises dolomitiques. Les calcaires, au sud-est du lac de Lunz, plongent de chaque côté d'un axe ou d'un pli, dont le milieu est occupé par les schistes de Werfen. Dans le profil de la vallée d'Hallbacht, près de Kleinzell, les strates, de part et d'autre d'un pli formé par le grès bigarré, sont le calcaire de Guttenstein, un calcaire gris clair, un calcaire gris, un calcaire noir avec Ammonites, le grès du lias, argileux vers le bas, sableux vers le haut, un calcaire gris et enfin une dolomie surmontant le tout, de chaque côté de la vallée,

(1) *Sitzungsb. der k. Akad. der Wissenschaften*, vol. X, p. 286.

qui est une vallée synclinale. L'*A. Aon* a été rencontré parmi les Ammonites du calcaire noir, et les deux assises calcaires précédentes dépendent encore du trias.

Les 20 espèces fossiles recueillies dans les diverses localités où les couches de Gresten ont été observées sont : *Belemnites paxillosus*, Schloth.? *Mactromya cardioides*, sp. Phill., *Cardinia Listeri*, Ag., *Pholadomya ambigua*, Sow., *P. Hausmanni*, Gold., *P. decorata*, Hartm., *Gonyomya rhombifera*, sp. Gold., *Pleuromya unioides*, id., *Avicula intermedia*, Emm., *Nucula complanata*, Phill., *Pinna folium*. Young et Bird, *Lima gigantea*, Desh., *Pecten liasinus*, Nyst, *Spirifer rostratus*, Schloth., *S. Haueri*, Suess, *S. Munsteri*, Dav., *Terebratula cornuta*, Sow., *T. grossulus*, Suess, *T. grestenensis*, id., *T. austriaca* (*Rhynchonella*, id., Suess.)

Les 25 espèces de végétaux sont : *Peuce wurtembergica*, Ung., *Palissya Braunii*, Endl., *Nilssonia compta*, Göpp., *Pterophyllum longifolium*, Brong., *P. pecten*, Lindl. et Hutt., *P. Haidingeri*, Ettingsh., *P. Munsteri*, Presl, *P. Braunianum*, Göpp., *Zamites lanceolatus*, Lindl. et Hutt., *Janpaulia dichotoma*, Ung., *Pecopteris stuttgardiensis*, Brong., *Polypodites heracleifolius*, Göpp., *Alethopteris dentata*, Göpp., *A. whitbyensis*, id., *Sphænopteris patentissima*, id., *Odontopteris cycadæa*, Berg., *Neuropteris ligata*, Lindl. et Hutt., *Tænioptcris Phillipsii*, Sternb., *T. vittata*, Brong., *T. asplenoides*, Ettingsh., *T. Haidingeri*, id., *Equisetites Ungeri*, id., *E. columnaris*, Sternb., *E. gamingianus*, Ettingsh., *Calamites arenaceus*, Brongn.

Sur ce nombre, 6 existaient déjà pendant la période des marnes irisées, et 8 s'élèvent au-dessus du lias dans le troisième groupe oolithique.

4° *Couches d'Adneth.* Cet étage comprend des calcaires rouges, en lits minces, remplis de céphalopodes. Ils sont exploités près d'Adneth et fort développés vers l'ouest. A l'est, dans le voisinage d'Elbensee, on les observe avec les mêmes caractères. Un autre calcaire rouge du même âge a été signalé par M. Stur (1), mais sa teinte est plus foncée. Les fossiles présentent aussi quelques différences. Les couches reposent directement sur celles de Kössen, au sud de Saint-Wolfgang. Le calcaire rouge d'Enzesfeld recouvre les bancs

---

(1) *Jahrb. der k. k. geol. Reichs.* 1851, 2ᵉ partie, p. 19.

remplis de fossiles de Kössen. Les marnes tachetées à *Ammonites amaltheus* doivent sans doute être distinguées des strates d'Adneth, mais jusqu'à présent cette séparation n'a pu être faite directement. Sur 38 espèces fossiles citées dans cet étage, il y a 32 Ammonites, dont 8 sont propres au pays, et les 24 autres connues ailleurs sont : les *Ammonites Conybeari*, Sow.? *Nodotianus*, d'Orb., *Turneri*, Sow., *stellaris*, id., *ceratoides*, Quenst., *raricostatus*, Ziet., *planicostatus*, Sow., *Jamesoni*, id., *Valdani*, d'Orb., *Maugenesti*, id., *subarmatus*, id., *Birchii*, Sow., *Masseanus*, d'Orb., *Actæon*, id., *radians*, Schloth., *complanatus*, Brug., *comensis*, de Buch, *bifrons*, Brug., *heterophyllus*, Sow., *Zetes*, d'Orb., *mimatensis*, id., *tatricus*, Pusch, *Zignodianus*, d'Orb., et *fimbriatus*, Sow. M. de Hauer cite encore l'*Inoceramus ventricosus*, sp. Sow., les *Spirifer rostratus*, Schloth., et *Munsteri*, Dav.

5° *Couches d'Hierlatz.* Cette cinquième division du lias de M. de Hauer est composée de calcaires rouges ou blancs, quelquefois gris foncé, caractérisés les uns et les autres par de nombreux fossiles d'une remarquable conservation. Ces roches, observées d'abord à Feuerkogel, au Spitz de Hierlatz, près de Hallstadt, et sur beaucoup de points du plateau de Dachstein, avaient été regardées par M. Lipold comme faisant partie du calcaire de cette dernière localité; mais l'examen plus attentif des fossiles a fait rejeter ce rapprochement. On doit les regarder néanmoins comme constituant la partie supérieure de l'étage de Dachstein. Par suite de déplacement, on les observe quelquefois à un niveau plus bas; mais elles ne sont point recouvertes, et elles forment le dernier terme de la série du lias.

Sur 49 espèces fossiles indiquées dans les couches d'Hierlatz, 4 n'ont pas été déterminées, 25 environ sont jusqu'à présent propres au pays, et 18 s'observent dans d'autres. Ces dernières sont les *Ammonites brevispina*, Sow., *planicosta*, id., *Jamesoni*, id., *oxynotus*, Quenst., *cylindricus*, Sow., *stella*, id., *Chemnitzia periniana*, d'Orb., *Trochus epulus*, id., *lateumbilicatus*, id., *Delphinula reflexilabrum*, id., *Pleurotomaria anglica*, Sow., *principalis*, Münst., *rostellæformis*, Dunk., *expansa*, Gold., *Spirifer rostratus*, Schloth., *Munsteri*, Dav. Cette association d'espèces ne nous offre point de caractères bien prononcés; plusieurs d'entre elles se retrouvent dans les diverses séries précédentes, entre autres les *Spirifer rostratus* et *Munsteri*. Les Ammonites et les acéphales y sont moins répandues; mais les gastéropodes sont beau-

coup plus nombreux. Il est donc permis de n'y voir qu'une faune locale, parallèle à celle de quelqu'un des étages que nous venons de mentionner, et les caractères stratigraphiques ne s'opposent pas à cette présomption.

En effet, aucune des coupes que nous avons indiquées ne montre la série complète des 5 divisions du lias se recouvrant dans la même localité ; il manque toujours un ou deux termes, et, par conséquent, malgré les détails nombreux dans lesquels nous sommes entré à plusieurs reprises sur chaque sujet, et ceux que nous devons donner encore, nous ne pourrons avoir de la composition du lias de ce pays une idée aussi satisfaisante ni aussi nette que celle que nous avons pu nous faire du même groupe dans l'est de la France, par exemple, et qui s'appliquera aussi au delà du Danube dans le Wurtemberg. On peut donc se demander quel est l'âge de ces couches d'Hierlatz qui reposent sur les calcaires de Dachstein, relativement à celles d'Adneth qui recouvrent immédiatement celles de Kössen? Les auteurs dont nous avons essayé d'esquisser les travaux ne s'expliquent point à cet égard; leurs profils de terrains ne l'indiquent pas davantage, et ils ne semblent pas même se préoccuper de cette question. Nous en dirons autant des couches charbonneuses de Gresten dont nous voyons bien les relations avec le trias, mais nullement avec les couches de Dachstein et de Kössen. En outre, les profils de M. Peters montrent constamment ces dernières *au-dessous* du calcaire de Dachstein qui les sépare de l'étage d'Adneth, et séparées à leur tour des marbres d'Hallstadt par de puissantes assises que l'auteur a désignées sous le nom de *calcaire du lias inférieur*. Il est donc permis de penser que plusieurs de ces divisions sont plutôt géographiques que stratigraphiques. Voyons actuellement si les groupes oolithiques nous offriront dans cette même région des coupes mieux limitées et mieux caractérisées.

Mais à cet égard M. de Hauer nous a déjà prévenu, en disant (p. 50) qu'il y a pour cette partie de la géologie des Alpes moins de données certaines que pour le lias. Il a d'abord cru devoir diviser l'ensemble des strates oolithiques en deux groupes, l'inférieur comprenant les couches de Claus et de Vilser, le supérieur celles de Saint-Veit avec les calcaires à silex (Hörnstein). Les assises de Stollberg qui se trouvent dans la région du grès de Vienne appartiennent à ce dernier.

Les calcaires de Klaus sont d'un rouge brun ou rouge brique, renferment souvent des oolithes distinctes et sont caractérisés par

de nombreux fossiles, particulièrement sur le Klaus-Alp, près d'Hallstadt. Dans cette localité ils recouvrent transgressivement le calcaire de Dachstein, ce qui prouve un soulèvement de cette partie des Alpes, antérieur aux premiers dépôts oolithiques. Plus à l'est, dans le voisinage de Vienne, ces couches se séparent difficilement de celles d'Adneth qui leur ressemblent beaucoup par leurs caractères pétrographiques. On a vu qu'à Enzesfeld elles en étaient très rapprochées.

La plupart des 16 espèces citées dans ce groupe sont connues ailleurs. Ce sont les *Ammonites tatricus*, Pusch, *Zignodianus*, d'Orb., *Hommairei*, id., *ptychoicus*, Quenst., *tripartitus*, Rasp., *Humphriesianus*, Sow. ? *subradiatus*, id., *Eudesianus*, d'Orb., *Erato*, id. ? les *Terebratula senticosa*, Schloth., *Hausmanni*, Zeusch., *Bouei*, id., espèces qui se trouvent les unes dans le groupe oolithique moyen, les autres dans le groupe oolithique inférieur de l'ouest de l'Europe.

Les relations de ces couches avec celles de Vislar n'ont encore été observées qu'au Gunstberg près de Windischgarsten (1). La coupe S.-O., N.-E. montre le massif de la montagne composé de calcaire de Guttenstein avec des dolomies et des rauchwackes à odeur bitumineuse et comprenant une assise de grès subordonnée. Au sud-ouest s'appuient : 1° un calcaire quartzeux gris et rouge ; 2° des schistes argileux gris et rouges ; 3° un calcaire verdâtre clair avec Bélemnites ; 4° un calcaire blanchâtre et rougeâtre recouvert par le conglomérat de Gosau et rempli de Térébratules (*T. antiplecta*, de Buch, *senticosa*, Schloth., *trigona*, Quenst., et deux espèces nouvelles). La présence de l'*Ammonites tatricus* et de la *Terebratula diphya* avait fait rapporter les couches de Klaus à l'étage d'Oxford ; M. Suess (2) pense qu'elles doivent être placées dans le *Jura brun* des géologues allemands, opinion que semble partager M. de Hauer.

Le second groupe que ce dernier désigne par l'épithète de *Jura supérieur* (*oberer-Jura*) se divise en cinq assises, toutes distinctes par leurs caractères pétrographiques, stratigraphiques et paléontologiques : 1° calcaire rouge à silex qui se voit entre Saint-

(1) W. Haidinger. *Berichte über die Mittheil. von Freunden der Naturwiss.*, etc., vol. III, p. 364.

(2) *Sitzungsberichte der kaiserl. Akad. der Wissens.* vol. VIII, p. 561, 1852.

Veit et Hietzing près de Vienne, sortant de dessous le terrain tertiaire pour constituer seulement des lambeaux isolés. On y trouve les *Aptychus lamellosus* et *latus* et le *Belemnites hastatus*. Il est recouvert par des calcaires schisteux blancs aussi avec des *Aptychus*. 2° Calcaire hydraulique blanc et schistes rouges avec *Bélemnites* et *Aptychus lamellosus* (1); ce sont les mêmes que les couches de Saint-Veit. 3° Calcaire gris clair et d'autres semblables avec des Ammonites et des Bélemnites (*A. Zignodianus*, d'Orb., *oculatus*, Phill., *inflatus*, Rein. et des espèces de la section des *planulati*). On les observe à Krenkogel et à Pechgraben. 4° Calcaire gris clair dans lequel M. Lipold a signalé des *Aptychus*, des Ammonites (*planulati*) et l'*A. inflatus* comme dans les localités précédentes. 5° Assise plus élevée qui se trouve à Hallstadt, mais qui appartiendrait peut-être à la base de la formation crétacée.

La carte géologique jointe à ce travail de M. de Hauer présente, pour la formation qui nous occupe, 4 teintes exprimant de bas en haut : 1° *grès inférieur du lias*; 2° *lias inférieur*; 3° *lias supérieur*; 4° *Jura*. Mais on ne voit pas bien dans le texte du mémoire à quoi correspond ce grès inférieur du lias dont il n'y est pas fait mention, puisque le calcaire de Dachstein et les couches subordonnées de Starhemberg qui appartiennent au lias inférieur avec les couches de Kössen succèdent aux calcaires d'Hallstadt ou trias supérieur. Seraient-ce les assises charbonneuses de Gresten dont la position sous les précédentes n'est pas établie ? Le *lias supérieur* de la carte correspond probablement aux couches d'Adneth, mais le classement de celles d'Hierlatz reste encore indéterminé.

Comparant ensuite la formation jurassique des Alpes de l'Autriche et du Salzbourg avec celle de la Bavière, M. de Hauer rappelle d'abord que M. Emmerich admettait de bas en haut dans ce dernier pays : 1° *calcaire alpin et dolomies*; 2° *couches à Gervillies*; 3° *lias*; 4° *Jura*. Le n° 1 représente le calcaire de Dachstein avec les dolomies sous-jacentes. Le *Megalodus triqueter* en caractérise les assises les plus élevées. Les bancs supérieurs à Lithodendron pourraient être réunis aux couches à Gervillies, et ces dernières qui avaient été mises en parallèle avec celles de Saint-Cassian avaient

(1) *Jahrb. der k. k. geol. Reichsanst.*, 1852, part. 3, p. 1. — Voy. aussi Peters, *Die Nerineen des oberen Jura's in Oesterreich* (*Sitzungs-Berichte der k. Akad. der Wissensch.*, vol. XVI, p. 336, 4 pl. 1855).

obligé alors de placer le n° 1 beaucoup plus bas qu'il ne devait l'être, entre le grès bigarré et le terme le plus élevé du trias, de sorte qu'il représentait le muschelkalk, comme on a vu que M. de Hauer l'admettait en 1850. Mais en réalité les couches à Gervillies font partie du lias ; continuation du calcaire alpin, elles sont les analogues des assises de Kössen, ce que prouvent suffisamment les fossiles mentionnés par M. Emmerich. Le lias de la Bavière a aussi son équivalent dans les couches d'Adneth, et l'on peut y distinguer les marnes à *Ammonites amaltheus* et le calcaire rouge. Enfin le calcaire rouge supérieur à Ammonites correspond aux couches de Saint-Veit et renferme les *Ammonites biplex*, Sow., et *bifurcatus*, Quenst. De sorte que, prises dans leur ensemble, les principales divisions de la formation jurassique de la Bavière et de l'Autriche se correspondraient assez bien. On a vu quels étaient les rapports de ces mêmes divisions avec celles du Vorarlberg et du Tyrol, et M. de Hauer, poursuivant son parallélisme au delà du Rhin, fait remarquer, d'après les travaux de M. Studer, et comme on l'a déjà dit, que le cours S.-N. de ce fleuve coïncide avec des différences prononcées entre les couches jurassiques de ses deux rives.

Nous ne reproduirons pas le tableau comparatif des dépôts secondaires des Alpes du Nord et du Sud que donne l'auteur à la fin de son mémoire ; ce qui précède permet de croire que tous les parallélismes proposés n'ont pas une égale valeur ni une égale certitude. Les recherches qu'il nous reste d'ailleurs à mentionner prouvent que les savants auxquels on doit déjà tant de précieux résultats ne se laissent point rebuter par les difficultés que la nature a multipliées autour d'eux. Leur persévérance nous assure une connaissance bientôt complète de toutes ces irrégularités, de tous ces dépôts si capricieux, dont les limites, tracées avec soin sur une carte à grande échelle, nous présenteront un curieux spécimen à opposer au large et simple développement normal des sédiments contemporains de la Franconie, de la Souabe et du Jura.

Mémoires paléontologiques de M. de Hauer.

Dans son essai sur les Ammonites hétérophylles des Alpes de l'Autriche (1), M. de Hauer a énuméré avec soin les gisements, au nombre de 80, de toutes les espèces qu'il mentionne. Ainsi l'*A. heterophyllus*, Sow., est signalé dans le lias de 25 localités, l'*A. ta-*

(1) *Sitzungs-Ber. der Mathem. Naturwiss. Klass. der k. k. Akad.*, 1854, vol. XII, p. 861, pl. 1, 4. — *Neu. Jahrb.*, 1854, p. 759.

tricus, Pusch, dans 22 du groupe oolithique moyen ; les autres espèces de cette section proviennent du trias ou de la craie.

Le même savant, dans un coup d'œil sur les relations géologiques du bassin inférieur de l'Enns (1), divise seulement le lias en deux termes ou étages : l'*inférieur* et le *supérieur*, le premier comprenant les couches de Dachstein, de Starhemberg, de Kössen et de Gresten ; le second, celles d'Adneth entre Enzesfeld et Hörnstein au sud-ouest de Baden, d'Hierlatz et les marnes à *Ammonites amaltheus* ou marnes tachetées (*flecken Mergel*). Les assises oolithiques placées au-dessus sont des calcaires rouges qui ressemblent souvent au lias supérieur et ne s'en séparent que par leurs fossiles : telles sont celles de Saint-Veit près de Vienne. Cette manière d'envisager la formation a été suivie aussi dans l'Introduction du mémoire que M. de Hauer a publié peu après sur les céphalopodes du lias des Alpes septentrionales (2).

Il fait remarquer que l'étage inférieur renferme peu de céphalopodes, à l'exception d'une localité particulière des couches de Kössen, au sud-ouest de Baaden. Dans l'étage supérieur, au contraire, ils sont très répandus. Ils prédominent surtout à Adneth et à Hierlatz, où l'on trouve associés beaucoup de gastéropodes et de brachiopodes. M. de Hauer mentionne les nombreuses localités où les fossiles ont été recueillis, et cherche à établir les relations des couches par la comparaison du nombre des espèces communes à chacune d'elles.

Le premier tableau qu'il donne comprend 71 espèces de céphalopodes avec l'indication des points où certaines d'entre elles ont aussi été signalées dans les Alpes vénitiennes ou lombardes, aux environs de Lienz, dans le Pustersthal, la Toscane, etc. Sur ce nombre, il y a 65 Ammonites, 5 Nautiles et 1 Orthocératite. 14 espèces se trouvent dans le lias inférieur, 64 dans le supérieur. 7 ou la moitié des premières sont communes aux deux étages. Si l'on en retranche l'Orthocératite et le *Nautilus striatus* qui sont des espèces douteuses, il ne reste que 5 espèces caractéristiques de la division inférieure. La supérieure en renferme 53 à Adneth, 18 dans les marnes

(1) *Uebersicht der geol. Verhältn.*, etc. (*Bericht. der nied. Oesterr. Handels und Gewerbek.*, *für das Jahr* 1854. Vienne, 1855, avec carte.

(2) *Ueber die cephalopoden aus dem Lias der nordöstlichen Alpen*, in-4, avec 35 pl. (*Denkschr. der Mathem. Naturwiss. des kais. Akad.*, vol. XI, 1856).

tachetées ou à *A. amaltheus* et 21 dans les couches d'Hierlatz. Des 18 des marnes tachetées, 4 seulement ne s'observent point dans les couches d'Adneth (*A. difformis*, *margaritatus*, *brevispina*, *abnormis*). On peut donc regarder ces deux localités comme appartenant au même horizon. Des 21 de Hierlatz, 7 lui sont propres, 6 existent à la fois à Adneth et dans les marnes tachetées, 5 à Adneth seulement et 3 exclusivement aussi dans les marnes tachetées. D'après cela les couches d'Hierlatz ne montreraient pas de relations paléontologiques suffisantes, au moins eu égard aux céphalopodes seuls que nous considérons, pour être regardées comme distinctes de celles d'Adneth et des marnes à *A. amaltheus*. Elles constitueraient simplement un *facies* particulier dû à des circonstances telles que les gastéropodes, les acéphales et les brachiopodes ont pu s'y développer, tandis qu'à Adneth et dans les marnes tachetées les céphalopodes seuls auraient pris un grand accroissement. Les espèces nombreuses que l'on connaît aux environs de Lienz représentent celles des couches d'Adneth et des marnes à *A. amaltheus* des Alpes du Nord.

Les fossiles que nous avons déjà cités dans la Lombardie, les provinces vénitiennes, la Toscane, etc., permettent à M. de Hauer d'essayer un parallélisme analogue à celui que nous avons présenté ci-dessus, et qui se déduit naturellement des recherches de MM. de Filippi, Brunner, de Zigno, Catullo, Savi, Meneghini, Spada et Orsini ; mais les remarques que nous avons faites sur l'association de certaines espèces ne conduisent pas à des conclusions d'une bien grande valeur. Que cette association soit réelle ou résulte de quelques erreurs, la comparaison des fossiles ne peut avoir d'importance qu'autant qu'il ne reste de part et d'autre aucune incertitude sur les rapports stratigraphiques de toutes les couches et sur la détermination et le gisement de chaque espèce.

Néanmoins le savant auteur croit pouvoir conclure qu'indépendamment de quelques variations locales, il existe toujours un certain accord entre les caractères généraux des faunes de chacune des deux divisions du lias dans les Alpes du nord-est, dans celles du sud-est et dans les Apennins. L'inférieure, pauvre en céphalopodes, est riche en fossiles des autres classes ; la supérieure, presque toujours caractérisée par les calcaires rouges, ne renferme au contraire que des céphalopodes d'espèces extrêmement variées. Dans la première on rencontre constamment l'*Ammonites bisulcatus* et d'autres *arietes* de l'horizon des couches de Kössen ; les calcaires foncés

de Moltrasio (Lombardie) en feraient partie, comme les calcaires saccharoïdes de la Toscane et la portion inférieure du lias de l'Apennin central ; dans la seconde, les étages d'Adneth et des marnes à *A. amaltheus* offrent, dans la Lombardie et la Toscane, les calcaires rouges à Ammonites, et dans l'Apennin les deux divisions les plus élevées qu'on y ait indiquées. La faune d'Hierlatz d'une part et celle de la Spezzia de l'autre, malgré leurs caractères particuliers, s'y rattacheraient encore, et les marbres de Saltrio et d'Arzo indiqueraient un passage de l'une à l'autre division (1).

M. de Hauer, considérant ensuite à d'autres points de vue les céphalopodes du lias des Alpes du nord-est, trouve que des 14 espèces de sa *division inférieure* ou de Kössen, 6 appartiennent au troisième et 1 au premier étage de l'ouest de l'Europe ; 8 existent en Wurtemberg dans le sous étage α de M. Quenstedt. Les espèces de la *division supérieure* sont disséminées, soit en France soit dans le Wurtemberg, dans les divers étages. 8 sont du troisième, 11 du second et 6 du premier, ou, suivant la classification plus détaillée, mais plus circonscrite, de M. Quenstedt : 7 sont dans l'assise α, 2 dans celle β, 8 dans γ, 3 dans δ, 1 dans ϵ et 1 dans ζ.

Les tableaux de M. de Hauer prouvent, contrairement aux opinions absolues de quelques paléontologistes, qu'on ne peut établir dans le lias de l'Europe des divisions tranchées, caractérisées par des faunes entièrement différentes ; et il n'est pas plus possible de retrouver nos étages 1, 2 et 3 dans les Alpes qu'on ne peut retrouver en France et dans le Wurtemberg les équivalents exacts des couches de Kössen et d'Adneth. Nous verrons cependant tout à l'heure que cette dernière assertion de l'auteur peut être contestée.

Le troisième tableau est destiné à faire voir les divers gisements des céphalopodes de Kössen. On a déjà dit qu'ils étaient peu nombreux, excepté à Enzesfeld, où M. Mérian voulait les rapporter au trias supérieur ou à l'horizon de Saint-Cassian, parce que ce géologue n'avait point remarqué qu'en cet endroit il y avait des assises différentes. Le quatrième tableau où sont réunies les espèces de l'étage d'Adneth montre que les types de cet horizon vers l'ouest, à Enzesfeld même, diffèrent un peu de ceux de l'est à Hörnstein. Parmi les premiers on remarque l'*Ammonites Mas-*

(1) Voy. pour quelques fossiles de cette dernière localité, H. Girard, *Ueber die Varietäten der Terebratula vicinalis aus dem brocatello d'Arzo*, pl. 4, fig. 1, 7 (*Neu. Jahrb.*, 1851, p. 316).

seanus et des *Actæon* qui manquent dans la localité opposée. Enfin du cinquième tableau il résulte que la faune des céphalopodes des Alpes de la Bavière et du Vorarlberg est plus riche que celle des Alpes autrichiennes du nord-est.

Dernières recherches de M. Suess.

Ce que nous avons dit jusqu'à présent des couches de Kössen n'a pas suffi cependant pour convaincre tous les observateurs qu'elles appartenaient au lias, et les recherches que MM. Oppel et Suess ont faites récemment sur quelques points de la Souabe présentent la question sous un autre jour. Sans anticiper sur la description de ce dernier pays qui fera l'objet du chapitre suivant, nous indiquerons ici ce qui, dans ces recherches, se rapporte aux couches dont nous parlons.

On se rappelle que depuis le nord de l'Irlande jusqu'en Suisse nous avons souvent mentionné, vers la base du lias, à sa jonction avec les marnes irisées, un ou plusieurs bancs remplis de débris de poissons, quelquefois accompagnés de restes d'insectes et de plantes. Ces bancs ont été réunis au trias par plusieurs géologues ; d'autres, et nous sommes du nombre, les ont rattachés au lias. Or MM. Oppel et Suess (1), qui les ont décrits avec soin aux environs d'Esslingen et de Nürtingen au sud de Stuttgard, ont constaté d'abord leur position exacte entre les calcaires à *Ammonites angulatus* et *planorbis* du lias et les marnes irisées rouges. Ils ont reconnu ensuite qu'avec les ossements de vertébrés se trouvaient des coquilles qui ne se montrent jamais dans le trias au-dessous, mais dont plusieurs ont leurs analogues dans les couches de Kössen (*Actæonina*, *Cardium ræthicum*, Mér., *Neoschizodus posterus*, Quenst. , *Avicula contorta*, Portl., *Pecten valoniensis*, Defr.), et dans notre quatrième étage du lias (*Avicula contorta*, *Pecten valoniensis*) ; d'où les auteurs ont pu conclure le synchronisme de ces grès à ossements de la Souabe et des autres gisements analogues avec les couches de Kössen.

Cette déduction laissait néanmoins indécis le point de vue théorique ; aussi a-t-elle été diversement interprétée. M. Oppel (2), qui d'abord avait placé les couches à ossements à la base du lias, les a

---

(1) *Sitzungsber. der Mathem. Naturw. Classe der k. Akad. der Wissensch.*, juill. 1856, vol. XXI, p. 535. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XIII, p. 1 des Notices, 1er fév. 1857.
(2) *Die Juraformation*, p. 14, 1re partie, 1856.

depuis réunies au trias (1). M. Lyell (2) place aussi les couches de Dachstein au-dessus de celles de Kössen, sans se prononcer positivement, et M. Suess, dans une lettre qu'il a bien voulu nous adresser à ce sujet (3), déclare au contraire, de la manière la plus explicite, « que toutes ces localités (couches de Kössen, *bonebed* » de la Souabe, couches de Portrush, calcaire de Valognes, *choin* » *bâtard* des environs de Lyon) doivent être regardées comme les » représentants des plus anciennes couches du groupe du lias. »

Ainsi, par leur position comme par leurs fossiles, les calcaires de Dachstein et les couches de Kössen sont les équivalents, sur le versant nord des Alpes, de notre *quatrième étage* ou *grès inférieur du lias* de l'est de la France, des calcaires magnésiens si développés autour du plateau central, dont la faune marine, peu riche et peu connue encore, n'avait été signalée, d'une manière particulière, que dans la Normandie et les environs de Lyon. Ces deux derniers points sont sans doute bien éloignés l'un de l'autre, mais le second se trouve dans le prolongement occidental de la grande zone jurassique que nous venons de décrire. Nous placerons donc, malgré leur développement bien plus considérable, les couches de Dachstein et de Kössen sur l'horizon géologique des calcaires de Valognes et d'Osmanville, de la *lumachelle* de la Bourgogne, du *choin bâtard* avec grès et macigno du département du Rhône, etc. (*antè*, vol. VI, p. 364, 368, 388, 677, 681).

Nouvelles remarques sur les anthracites des Alpes occidentales.

Ici vient se placer également une observation relative au sujet dont nous avons traité dans l'*Appendice* du chapitre Ier (*antè*, p. 141) consacré aux anthracites des Alpes occidentales. D'après ce que nous avons dit des couches charbonneuses de Gresten (*antè*, p. 366 et 392), on y voit la flore du lias proprement dit bien caractérisée, avec quelques espèces des marnes irisées et des coquilles également du lias, c'est-à-dire un développement de l'organisme tout à fait en rapport avec la position géologique qu'occupent ces couches. Or, si l'on jette les yeux sur une carte, on remarquera que ces grès, ces argiles et ces schistes charbonneux sont compris dans la grande bande jurassique qui longe le versant nord de la chaîne, suivant une direction E.-N.-E., O.-S.-O., depuis les environs de

(1) *Ibid.*, p. 290.
(2) Supplément à la 5e éd. de son *Manuel de géologie élémentaire*, mars 1857.
(3) 14 août 1857.

Vienne jusqu'à la vallée du Rhin supérieur. Cette bande s'infléchit au delà vers le S.-O., pour constituer les Alpes calcaires de la Suisse, de la Savoie et du Dauphiné, et elle embrasse ou limite dans cette dernière partie de son cours, entre les vallées du Rhône, de l'Isère et du Drac, ces systèmes de grès à Anthracites dont la flore est exclusivement houillère et dont les relations stratigraphiques apparentes avec des dépôts que caractérisent des fossiles marins incontestablement du lias les ont fait rapporter à ce dernier groupe par quelques géologues.

Combien alors deviennent plus frappants, par cet ordre de choses, les raisonnements déjà si concluants de MM. Bunbury et Heer ? Peut-on concevoir en effet que pendant qu'à l'extrémité orientale du rivage jurassique végétait la flore normale de la période du lias, conservant même encore quelques-unes des formes qui avaient régné pendant celle des marnes irisées, il pût se développer en même temps, vers l'extrémité occidentale de ces mêmes plages, non-seulement une flore entièrement différente de celle du lias, de celle des marnes irisées et de celle du grès bigarré, mais encore, et cela est bien plus extraordinaire, complétement identique avec la flore de la période houillère, telle qu'on la connaît sur tous les points du globe ? Nulle part jusqu'à présent, ni dans l'histoire des êtres organisés des temps géologiques, ni dans la nature actuelle, nous n'apercevons un second exemple d'une pareille anomalie, aussi contraire à l'harmonie qu'on observe partout dans le développement parallèle des deux règnes que dans la loi de succession des formes propres à chacun d'eux. Vouloir expliquer quelques faits qui, dans un pays très bouleversé, quoi qu'on en puisse dire, semblent au premier abord en contradiction avec la généralité des lois reconnues, c'est oublier, suivant nous, la réserve dont ne doit jamais se départir le véritable observateur ; c'est même faire suspecter les vrais motifs d'une opposition qui peut paraître plus systématique que fondée.

Observations générales.

Les détails quelquefois minutieux dans lesquels nous sommes entré sur cette zone jurassique des Alpes du nord-est, les répétitions mêmes auxquelles la nature de notre sujet nous forçait, pour être intelligible et pour nous montrer juste envers les auteurs de nombreux et importants travaux, n'ont encore pu nous amener qu'à une classification générale des dépôts ; les relations stratigraphiques de plusieurs des divisions indiquées restent incertaines, et l'absence d'horizons paléontologiques suffisamment tranchés rend peu essentielle, quant à

présent, la comparaison que l'on serait tenté de faire de ces divisions avec celles des Alpes suisses.

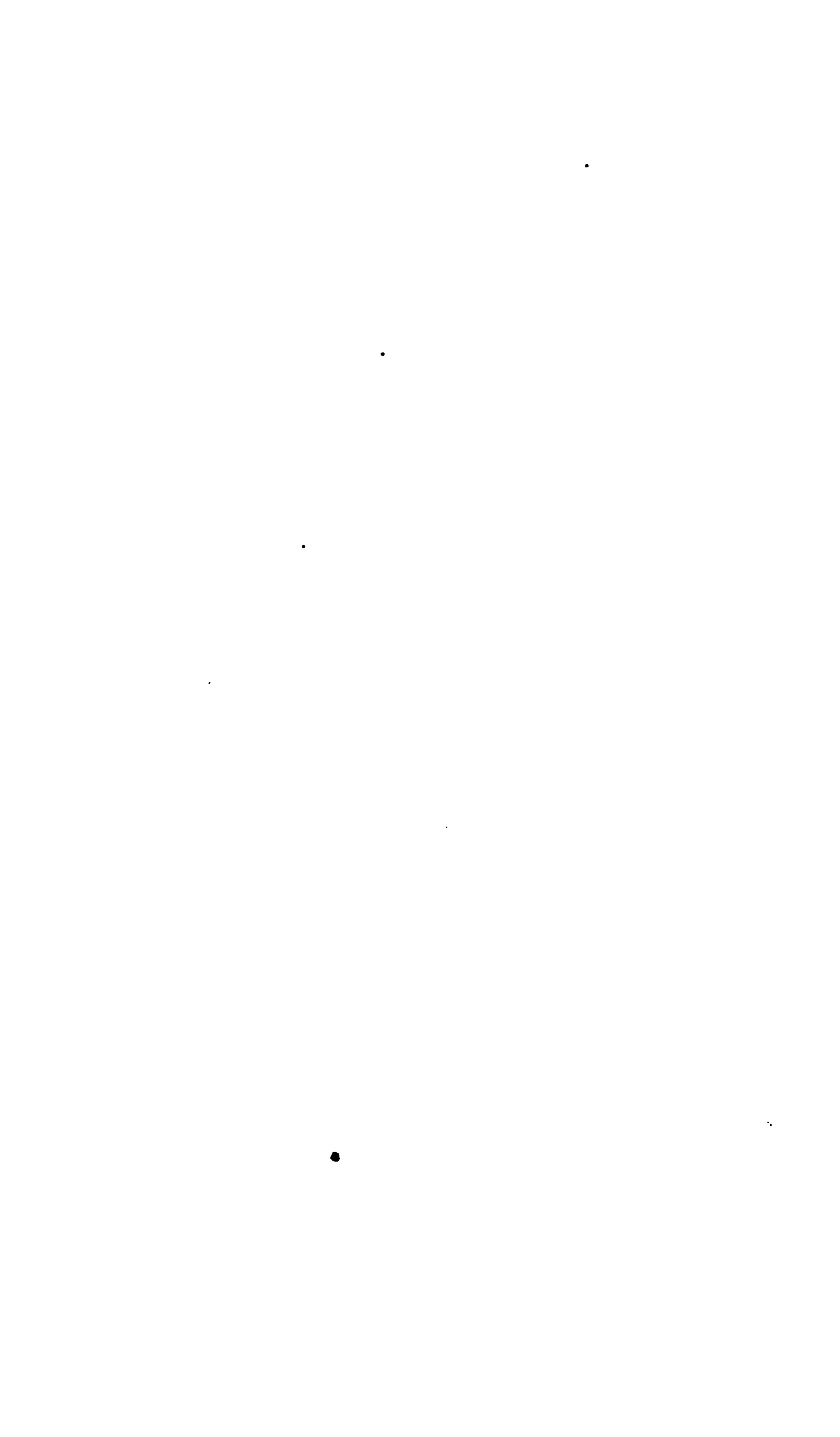
Dans ces dernières, en effet, nous avons retrouvé çà et là des points de repère avec la série normale du Jura ; mais à partir de la rive droite du Rhin, et jusqu'aux environs de Vienne, caractères pétrographiques, stratification, divisions locales, faunes, tout devient sans comparaison détaillée possible avec le type de la formation dans le Jura. De plus, les divers points de cette zone, comparés entre eux, montrent des différences de composition notable. Toutes les coupes N., S. que l'on ferait, même à de petites distances, ne seraient jamais comparables. Toujours il manque sur un point quelques-uns des termes de la série qui se trouvent sur un autre. Cette irrégularité et le manque de constance des étages, quelquefois bien caractérisés, l'apparition brusque d'autres qui le sont moins, le développement extrême d'un ensemble de couches dans une localité qu'on a peine à retrouver à quelques lieues de là, tous ces dépôts, décousus dans le sens horizontal, puis découpés plus tard verticalement par des brisures immenses, des failles et des plissements, sont les causes multiples qui jettent à chaque pas le doute et le découragement dans l'esprit de l'observateur. Peut-être pourrait-on remarquer que les géologues du pays ont un peu négligé jusqu'à présent l'étude géométrique des systèmes de couches, ces procédés d'analyses stratigraphiques, qui ont valu à la science la *Carte géologique de la Belgique*, et dont le *Geological Survey* d'Angleterre nous présente un si admirable spécimen dans les parties les plus tourmentées du pays de Galles.

Quoi qu'il en soit, ce *polymorphisme* des dépôts jurassiques du versant nord des Alpes est un fait qui n'est point isolé ; nous le retrouvons dans toutes les chaînes de montagnes que nous appellerons *complexes*, ou qui doivent leur relief à la répétition des phénomènes de brisement et de soulèvement dans l'espace qu'elles occupent. Ces irrégularités peuvent être attribuées à des changements fréquents dans le niveau des eaux jurassiques ou du sol sous-marin, à des modifications correspondantes dans la direction des courants, dans la forme des côtes, etc., qui en auront occasionné dans les faunes, et auront empêché ainsi la formation de ces horizons paléontologiques constants si bien marqués sur de vastes étendues en Suisse, en France et en Angleterre.

Nous retrouvons sur ce versant nord à peu près ce que nous

avons observé sur le versant sud des Alpes, en Toscane, dans l'Apennin, etc., savoir le manque de continuité des dépôts à un moment donné, et dans leur faune certains mélanges qui dénotent l'instabilité des causes physiques sous l'empire desquelles ils se sont formés.

Tout porte à penser que ces oscillations presque incessantes du sol sous-marin se sont généralement produites dans des directions plus ou moins parallèles et constantes. Si, en effet, on compare ces résultats à ceux que nous allons constater sur la rive opposée du Danube, dans le duché de Bade, le Wurtemberg et la Bavière septentrionale, on aura une preuve frappante des différences de conditions dans lesquelles se sont trouvés les dépôts jurassiques au nord et au sud de l'axe actuel de la vallée du Danube. D'un côté, la régularité, comparable à celle du Jura, conduit à penser que le calme a toujours présidé à la sédimentation, ou n'a été momentanément troublé que par de très faibles oscillations, analogues à celles que nous avons vues dans la région de la Côte-d'Or et du bassin de la Seine, tandis que de l'autre, des environs de Vienne jusque dans le Dauphiné, des mouvements fréquents et plus énergiques ont, dans le même temps, produit ces irrégularités qui viennent à chaque pas dérouter le géologue.



CHAPITRE IV.

FORMATION JURASSIQUE DE LA SOUABE ET DE LA FRANCONIE (1).

Introduction.

Des exigences de plusieurs sortes, et auxquelles nous avons dû soumettre la marche de notre description, ont interrompu les rapports géographiques des diverses parties de la formation jurassique de l'Europe centrale. Nous ne pouvions isoler d'abord le Jura suisse du Jura français, et ces deux divisions de la même chaîne, quoique étudiées dans des volumes différents, l'ont été cependant immédiatement l'une après l'autre, de manière à faciliter leur comparaison. Ayant aussi décrit les Alpes occidentales de la Provence et du Dauphiné, nous ne pouvions rejeter dans une autre partie l'examen des Alpes secondaires de la Savoie et de la Suisse, qui en sont le prolongement direct au N.-E., et de plus il y avait un intérêt assez puissant à comparer les caractères des dépôts contemporains de chaque côté de la grande vallée suisse. Il est ressorti, en effet, de ce parallélisme, des contrastes qu'il était important de ne pas omettre et qui venaient se rattacher à des considérations sur les mêmes sédiments dans la Côte-d'Or, le bassin de la Seine et même de l'autre côté de la Manche. Jusque-là, toutes les parties de notre travail se sont trouvées intimement liées géographiquement et stratigraphiquement.

Mais la forme si découpée de la partie méridionale du continent européen nous a obligé d'interrompre cette marche naturelle. Au lieu de continuer au nord-est l'étude du Jura suisse et français, à travers le grand-duché de Bade, le Wurtemberg et la Bavière, au lieu de rechercher sur le versant nord-ouest des Alpes, à travers le Vorarlberg, la Bavière méridionale et l'Autriche, les couches jurassiques des Alpes de la Savoie, du Valais, de l'Oberland bernois jusqu'au Rhin supérieur, nous avons dû, nous reportant au sud, traiter des deux péninsules ibérique et italique

(1) Nous comprenons sous cette double dénomination de géographie ancienne qui n'est plus indiquée sur les cartes ordinaires, mais qu'emploient encore beaucoup de géologues allemands, l'espace compris entre la rive droite du Rhin et la vallée de la Naab.

en faisant précéder cette dernière de l'examen du versant sud des Alpes, depuis le comté de Nice jusqu'en Dalmatie. Ramené ainsi près de la région que nous avions laissée en terminant la Suisse, nous avons observé, sur le versant nord de la même chaîne, des éléments de comparaison, d'une part avec son versant sud, de l'autre avec le prolongement déjà décrit de la zone au sud-ouest, en Suisse et en Savoie, et fait apprécier les modifications qu'on remarque en la parcourant dans toute sa longueur, modifications qui se manifestent surtout de part et d'autre de la vallée supérieure du Rhin. Il ne nous reste donc plus, pour compléter l'examen de la formation jurassique de l'Europe centrale, qu'à faire connaître ses caractères sur la rive gauche du Danube, et à les comparer, d'une part, avec ceux du Jura suisse, dont l'Alpe du Wurtemberg est le prolongement direct, et, de l'autre, avec ceux du versant nord des Alpes qui lui est opposé, comme les montagnes de l'Oberland étaient opposées au Jura proprement dit.

§ 1. — Duché de Bade.

De même que nous avons observé un petit nombre de lambeaux jurassiques, épars çà et là le long du versant oriental des Vosges, sur la rive gauche du Rhin, de même nous ne trouvons que des rudiments isolés sur sa rive droite, vers les pentes inférieures de la Forêt-Noire. La carte géologique de la France nous les montre allongés dans le sens de la vallée, adossés à l'est contre le trias, et disparaissant bientôt à l'ouest sous les dépôts tertiaires et quaternaires de la plaine du Rhin. Le plus septentrional de ces lambeaux se trouve à l'est de Philippsbourg, s'étendant de Langenbruken à Viesloch, entre les rivières le Kreich et le Leimbach. Aucun signe particulier n'indique le groupe de la formation auquel il appartient, mais on peut présumer qu'il représente ce dépôt qu'a signalé M. W. Gümpel, près de Landau, de l'autre côté du Rhin, et qui a été rapporté au lias (*antè*, vol. VI, p. 710). Il est d'ailleurs beaucoup plus éloigné des autres dépôts synchroniques de la rive droite que ne le sont ceux de la rive gauche.

Nous n'en observons plus de traces au sud qu'entre Lahr et Ettenheim, où une petite bande étroite longe le grès bigarré. Au milieu du massif volcanique du Kaiserstbul, des roches calcaires modifiées par les agents ignés en font partie, et, à l'est, un petit îlot rapporté au groupe oolithique inférieur s'élève au milieu de la plaine

quaternaire, près d'Emmedingen. Sur son prolongement, entre Alt-Brissac et Fribourg, s'observent d'autres îlots jurassiques. Au sud de cette dernière ville, entre le grès bigarré et la mollasse tertiaire, est un massif indiqué comme appartenant au groupe inférieur ; puis non loin de Stauffen commence une bande fort étroite de lias, qui se continue jusqu'à la vallée de la Weisse, au nord-est d'Huningue. Elle est accompagnée par un certain développement des groupes oolithiques inférieur et moyen que bordent les dépôts tertiaires, quaternaires et modernes. Les contours de ces derniers affleurements, entre Mülheim et les environs de Bâle, ont été tracés avec beaucoup de soin sur les cartes géologiques de la Suisse, de MM. Studer et Escher-de la Linth.

En décrivant la formation jurassique du Brisgau, Fromherz (1) pensait que tous les termes de la série y existaient. Il a nommé Bradford-clay, aux environs de Fribourg, la partie supérieure de la grande oolithe ; mais M. Oppel (2), sans se prononcer à cet égard, fait remarquer que la *Terebratula digona* ne s'y trouvant pas, ce pourrait être quelque équivalent du cornbrash. De son côté, M. G. de Leonhard (3), dans son *Esquisse géognostique du grand duché de Bade*, a indiqué la distribution générale et les principaux caractères de ces mêmes dépôts, sur les versants sud-ouest et le nord-est de la Forêt-Noire. Au sud-est, la formation, prolongement de ce que nous avons vu

(1) *Die Juraformation der Brisgaus*, 1838. — *Ueber die Geol. des Schwarzwaldes* (*Neu. Jahrb.*, 1847, p. 813). — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 27 des Notices.

(2) *Die Juraformation*, p. 453, 1857.

(3) *Neu. Jahrb.*, 1846, p. 26. — Voy. aussi Bennigsen Förder, *Bemerkungen über die Enstehung*, etc. Observations sur l'origine de la configuration particulière du système de la Forêt-Noire, des Vosges, etc. (*Arch. für Miner. von Karsten*, vol. XVII, p. 34). — *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 217. — Selb, *Uebersicht der geogn. Verhältn. in der Umgebung von Durrheim*, Carlsruhe, 1822. — *Id.*, Walchner, in-8. Fribourg, 1824. — Carte du pays de Bade et du Wurtemberg, par Keferstein (*Teutschland*, vol. VI, cah. 1). — Hisenlohr, *Geognost. Beschreib. des Kaiserstuhls*. Descript. topogr. et géognost. du Kaiserstuhl. Carlsruhe, 1829. — Traduct. française, par M. Gley, in-8. Épinal, 1837-38. — P. Mérian (voy. *antè*, vol. III, p. 419). — *Id.* Carte de la partie sud de la Forêt-Noire (*Geognost. Uebersicht des sudl. Schwarzwaldes*), 1832. — Carte des environs de Kandern (*Journ. de géol.*, vol. II, pl. 2, fig. C). — Profils de la Forêt-Noire (*Herta*, vol. X, cah. 3) et géologie, par M. Walchner.

dans le canton de Shaffhausen, s'étend par Blomberg, Thengen, Möhringen et Geisingen, et à l'est par Mösskirch, etc. Au sud, elle est toujours bordée par la mollasse de la vallée du Rhin. Les calcaires oolithiques et les calcaires à polypiers paraissent y être très répandus. Les couches ont été partout dérangées. A Schöneberg, surtout, non loin de Fribourg, un soulèvement bien prononcé les a même renversées. Des argiles avec minerai de fer (*Bohnerz*) et des sables reposent sur les calcaires oolithiques, et sont recouverts à leur tour par un conglomérat calcaire. Le lias est peu développé. Sur le versant sud-ouest du Letzenberg, près de Wiesloch, et jusqu'au delà d'Ubstadt, règne une bande étroite qui se dirige au S.-E. Depuis Durrheim jusqu'à Geisingen on peut y distinguer plusieurs étages composés de schistes, de calcaires et de grès. Les premiers s'observent à Mengolsheim, etc., ainsi que les seconds, et les troisièmes entre ce dernier point et Estringen. Dans les schistes pénétrés de veines de calcaire spathique, le fer sulfuré est abondant, et ils sont caractérisés par l'*Ammonites amaltheus*. Le calcaire est en partie bitumineux. Le grès manque au sud, et, dans le Brisgau, ce sont les marnes à Bélemnites et les schistes à Posidonomyes qui règnent principalement (1).

Principauté d'Hohenzollern

M. Ad. Achenbach, dans sa description géognostique de la principauté d'Hohenzollern (2), a suivi fort exactement la classification de M. Quenstedt, que nous exposerons dans la section suivante. Toutes ses divisions et les dénominations sont empruntées à ce dernier, et les caractères des couches étant les mêmes qu'en Wurtemberg, le travail de M. Achenbach semble donc n'être qu'une contre-épreuve diminuée de celui de M. Quenstedt. Nous supposerons celui-ci connu du lecteur, et nous ne donnerons qu'un simple extrait de la formation jurassique de cette petite région, qui appartient orographiquement et géologiquement à l'Albe de la Souabe et de la Franconie dont elle constitue l'extrémité sud-ouest.

Le lias d'Hohenzollern (*Jura noir*, p. 383) comprend des argiles, des calcaires argileux, des schistes marneux et très bitumineux à Posidonomyes et des grès. Ces derniers occupent exclusivement la

(1) E. Stizenberger, *Uebersicht der Versteinerungen des Grossherzogthums Baden* (Dissertation inaugurale, in-8. Fribourg, 1851. — *Neu. Jahrb.*, 1851. p. 377).

(2) *Geognostische Beschreibung der Hohenzollernschen Lande* (*Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. VIII, p. 333, 1816).

base du groupe, et leur épaisseur est d'environ 15 mètres; les calcaires argileux de 50 mètres sont à la partie moyenne et les schistes bitumineux de 12 mètres à la partie supérieure; de sorte que la puissance totale du lias est de 77 mètres environ. L'épaisseur de l'argile est à cette dernière comme 3 est à 1. Les couches sont partout régulières. L'étage inférieur est caractérisé par les Ammonites de la section des *arietes* et des conchifères ; le second par des Ammonites des sections des *capricorni* et des *amalthei*, et le supérieur par des *A. falciferi* et *lineati*. Les Bélemnites abondent dans le second étage avec les brachiopodes, les conchifères et les Pentacrines, tandis que les reptiles sauriens, les poissons et les plantes se trouvent presque exclusivement dans les schistes à Posidonomyes.

(P. 397.) C'est dans la partie moyenne du *Jura brun* que les fossiles sont le plus variés. Les céphalopodes (*Ammonites falciferi*), les brachiopodes et les acéphales sont répandus dans toute son épaisseur. La couche la plus basse (argile à *A. opalinus*) se distingue par les Ammonites de la section des *lineati*, l'étage moyen par celles de la section des *coronati*, et le supérieur (Oxford-clay) par les *A. dentati*, *macrocephali* et *ornati*. Les *A. planulati*, dans les couches les plus élevées, montrent déjà une tendance vers la faune du *Jura blanc*. De même que les premières Bélemnites canaliculées apparaissaient avec les derniers individus du *B. paxillosus*, la *Trigonia navis* caractérise aussi la base du *Jura brun* ; la *T. clavellata*, la partie moyenne ; la *T. costata*, la supérieure et aussi la moyenne. Parmi les ostracées, la *Gryphæa calceola* se montre principalement vers le bas, les *Ostrea crista-galli*, *pectiniformis* et *eduliformis* dans la partie moyenne de la division. Les brachiopodes paraissent être restreints à la partie moyenne et à la base de la supérieure.

(P. 417.) Le *Jura blanc* commence par des calcaires argileux recouverts eux-mêmes par d'autres calcaires bien stratifiés. Ces roches se répètent dans le *Jura blanc moyen* et sont reliées ainsi au *Jura blanc supérieur*. Les calcaires massifs de la division inférieure comprennent une dolomie et un calcaire à grain cristallin. Dans les divisions moyenne et supérieure sont des calcaires très compactes, et dans la partie la plus élevée règne un calcaire oolithique blanc de neige, peu épais, partiellement stratifié. Sur la puissance totale du groupe ainsi constitué, qui est de 666 mètres, la partie inférieure en a 166, la moyenne 100, les calcaires massifs 330, et les calcaires en plaques 70. Les calcaires argileux sont aux calcaires purs :: 1 : 3. Les roches à spongiaires (*Spongitenfelzen*) occupent le milieu de

cette division jurassique du pays. Les Ammonites se trouvent au-dessous, les polypiers et les radiaires au-dessus, ce qui n'empêche pas que chaque assise ne soit caractérisée par une faune particulière. L'épaisseur du *Jura blanc* est double de celles du *Jura brun* et du *Jura noir* réunies. Au lieu des couches argileuses de la base de ces deux divisions, il y a ici des calcaires massifs. Néanmoins des calcaires argileux s'observent dans les trois termes. Les coquilles acéphales et céphalopodes dominent particulièrement dans le *Jura noir* et *brun*, les polypiers et les radiaires dans le *Jura blanc*, et les schistes à Posidonomyes du lias avec les restes de sauriens et de poissons seraient représentés, à la partie supérieure du *Jura blanc*, par les calcaires schisteux équivalents de ceux de Solenh ofen.

(P. 414.) Les calcaires en plaques ou calcaires schisteux de Solenhofen ont, dans le voisinage du Danube, 70 à 100 mètres d'épaisseur. Dans les couches continues, il y a une grande abondance de *Pagurus suprajurensis;* dans les parties isolées ou discontinues, les fossiles sont beaucoup plus variés. Les carrières de Nuspligen ont surtout fourni un grand nombre d'espèces, et l'auteur cite dans cette subdivision :

4 algues, 2 fougères, 2 cycadées, 2 *Cupressus*, le *Cidaris crenularis*, et une autre espèce, *Echinus lineatus*, *Comatula pennata*, *C. tenella*, Gold. *Placuna socialis*, *Terebratula pentagonalis*, Bronn, *Belemnites hastatus*, *Ammonites perarmatus*, Sow. *A. flexus*, de Buch, *A. polygyratus*, Schloth, *Aptychus lævis*, nov. sp., *latus*, Park., *problematicus*, Schloth, *antiquatus*, Phil., *imbricatus*, H. v. Mey., *lamellosus*, Schloth., d'autres de la section des *planulati* Quenst., *Sepia hastiformis*, Rüpp., *Loligo alata*. *L. prisca*, Rüpp., *Acanthoteuthis*, *Lumbricaria intestinum*, Gold., *L. filaria*, *Id.* 11 crustacés, 2 insectes, 12 poissons, 1 *Rocheausaurus*, le *Pterodactylus suevicus*, le *Ramphorhynchus suevicus*, Fraas.

§ 2. — Wurtemberg et Bavière septentrionale.

La formation jurassique du Wurtemberg se lie trop intimement à celle de la Bavière du Nord, pour qu'il soit possible ou nécessaire de la décrire séparément dans les deux pays. Nous ferons donc ici abstraction des limites politiques pour ne suivre que celles qu'a tracées la nature elle-même. Ces dépôts ont été l'objet de recherches multipliées et fort intéressantes. Le beau développement qu'ils présentent, leur régularité, la facilité de leur étude comme

les nombreux fossiles qu'on y a découverts, ont fait de cette région une localité classique à juste titre.

Orographie.

La chaîne de collines désignée sous le nom d'Alp ou d'Albe du Wurtemberg, qui longe la rive gauche du Danube et dont nous avons déjà esquissé les principaux caractères en parlant du terrain tertiaire et des roches ignées (*antè*, vol. II, p. 876, et III, p. 420), en est presque entièrement composée. Allongée du N.-E. au S.-O., elle fait suite aux collines du même âge de la Bavière septentrionale ou de la Franconie, et au sud-ouest à celles dont nous venons de parler sur le pourtour de l'extrémité méridionale de la Forêt-Noire. Le plongement général des couches est très-faible, et au S.-E. les plus récentes disparaissent sous la plaine tertiaire et quaternaire du Danube. Les affleurements des plus anciennes au N.-O. sont constamment bordés par les marnes irisées. Les talus de la chaîne dans cette dernière direction sont beaucoup plus rapides qu'au S.-E., et la ligne de partage des eaux est plus rapprochée de la vallée du Neckar que de celle du Danube. Le point culminant se trouve au chaînon de Henberg, entre Tuttlingen et Bahlingen, à 1007 mètres au-dessus de la mer (1). A partir de ce point, dit M. le comte de Mandelsloh (2), la chaîne s'abaisse graduellement vers le S.-O.

Observations sur la marche adoptée dans quelques ouvrages.

C'est dans un laps de quelques années seulement, de 1830 à 1835, que furent publiés les meilleurs travaux sur les dépôts secondaires du Jura proprement dit. Ainsi M. Thirria, pour le Jura français, J. Thurmann, pour le Jura suisse, et M. le comte de Mandelsloh, pour l'Albe du Wurtemberg, posèrent chacun, dans le champ respectif de leurs explorations, les véritables bases de ce qui a été exécuté plus tard.

Les géologues qui se sont occupés de la formation jurassique de l'Albe l'ont fait à des points de vue assez différents. Les uns, et c'est le plus petit nombre, l'ont étudiée stratigraphiquement, d'une manière régulière; les autres, en faisant prédominer la considération des fossiles, ont tenu peu de compte des caractères physiques et vraiment géologiques, et, dans ces dernières années, quelques

---

(1) Nous avions attribué à ce point 888^{m},44 d'altitude, parce que nous avions cru que les mesures données par M. de Mandelsloh étaient en *pied de Wurtemberg*, mais il dit expressément qu'elles sont en *pied de Paris*.

(2) *Mémoire sur la constitution de l'Albe du Wurtemberg*, avec des profils de cette chaîne (*Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Strasbourg*, vol. II, 1835).

auteurs, portant leurs vues au delà, ont essayé, en employant cette seule considération, ou à très peu près, de coordonner les faits qu'ils avaient sous les yeux avec ceux d'autres pays. Nous croyons, avant d'aller plus loin et afin de n'avoir plus à y revenir, devoir présenter ici quelques observations sur cette manière de faire de la géologie par *abstraction*, ou en supprimant les parties essentielles, les plus utiles et les plus positives de la science. Ces objections nous sont suggérées par l'intérêt seul de ses progrès, et les auteurs auxquels elles s'adressent reconnaîtront, par les soins que nous mettrons à exposer les résultats de leurs recherches, autant que notre cadre le permet, toute l'estime que nous professons néanmoins pour leurs consciencieux travaux.

Depuis le premier essai de généralisation tenté sur ce sujet par L. de Buch en 1837, plusieurs savants paléontologistes ont suivi la direction tracée par leur célèbre prédécesseur, sans s'apercevoir que ce qui avait sa raison d'être, à l'époque où de Buch écrivait et au point de vue où il se plaçait, pouvait n'être plus justifié pour ceux qui venaient après lui. Nous ne pouvons en effet considérer les ouvrages de MM. Quenstedt, O. Fraas, A. Oppel, etc., comme réellement géologiques, car ils manquent de ce qui constitue ces derniers, c'est-à dire de cartes et de coupes stratigraphiques et orographiques générales et particulières, de descriptions physiques du pays, de descriptions minéralogiques des roches, de l'étude attentive de leurs modifications dans le sens horizontal ou vertical, de leur allure, de leur étendue superficielle, de leurs usages, etc. Pour ces savants, la *géologie locale* semble n'être qu'un *cadre à fossiles*, et la *géologie comparée*, qu'ils ont tentée avec les seules données tirées des corps organisés, se compose de listes d'espèces placées en regard les unes des autres, et suivies de dissertations fort étendues sur l'importance, les caractères et le gisement de ces mêmes espèces. Ces dissertations, sans figures propres à éclaircir les points en discussion, sont de véritables *hors d'œuvre* dans des travaux qui ne sont plus alors ni géologiques ni paléontologiques.

Pour leurs essais de géologie comparée, les auteurs ne considèrent en réalité qu'un fort petit nombre de points isolés qui ont fourni des fossiles aux collecteurs et aux paléontologistes, et ils ne tiennent guère compte des vrais travaux de géologie descriptive bien plus importants à consulter et à coordonner. Ainsi, dans sa *Comparaison du Jura allemand avec celui de la France et de l'Angleterre*, M. O. Fraas met en parallèle la formation jurassique du Wurtem-

berg, qu'il connaît fort bien, avec quelques localités seulement du Jura suisse ou français, des départements de l'Yonne, du Calvados et de la grande zone d'Angleterre, mais il fait complétement abstraction de la plus grande portion de la Suisse, de la Savoie, du Dauphiné, de la Provence, de toute la vaste ceinture qui entoure le plateau central, du Maine, du Perche, de la Côte-d'Or, de la Franche-Comté, de la Lorraine, des Ardennes, du Bas-Boulonnais, etc. La stratigraphie est à peine effleurée, et l'auteur concentre toutes les ressources de son argumentation dans des détails de critique paléontologique et pétrographique de peu d'intérêt. Au lieu de s'attacher à suivre géographiquement les dépôts dans toutes les modifications qu'ils éprouvent suivant telle ou telle direction, il croit qu'il suffit de choisir quatre régions restreintes dans le Wurtemberg, la Bourgogne, la Normandie et le sud de l'Angleterre, puis d'en comparer les fossiles couche par couche, pour en tirer telle ou telle conclusion. Par ce procédé, la *raison* des différences ou des ressemblances que l'on a constatées doit nécessairement échapper, car on néglige tous les faits intermédiaires qui seuls peuvent les expliquer.

Ces réflexions s'appliquent en grande partie aussi à l'ouvrage beaucoup plus considérable de M. Oppel, intitulé *Formation du Jura de l'Angleterre, de la France et du sud-ouest de l'Allemagne*, ouvrage dans lequel on sera sans doute surpris de ne pas même trouver, au moins dans les deux premières parties, les noms de Conybeare, de Fitton, de Thurmann, de Thirria, de Studer, d'Escher, de Favre, de Leymerie, etc. Ceux de quelques géologues célèbres s'y rencontrent comme par hasard, tandis qu'on y voit rappelé à chaque page, avec une extrême complaisance, une multitude de noms des plus obscurs. Nous ne mettons nullement en doute la bonne foi de l'auteur ; mais il a été à son insu partial et incomplet.

Enfin les naturalistes du Wurtemberg ont essayé de substituer une terminologie locale à celle qui avait été si heureusement établie en Angleterre et non moins heureusement appliquée à la France et à d'autres pays. Cette tendance un peu puérile vers ce que nous avons appelé les *terminologies nationales* s'est manifestée sans doute dans bien d'autres contrées où nous ne la trouvons pas mieux justifiée. Ses inconvénients d'ailleurs sont trop évidents pour qu'il soit nécessaire de les énumérer, et il suffit de se représenter ce que seraient par exemple la botanique et la zoologie si chaque petit pays

prétendait avoir une nomenclature et une classification basées seulement sur sa flore et sa faune particulière. La formation jurassique de l'Albe du Wurtemberg étant, comme on le verra, moins complète que celle du bassin gallo-britannien, il n'y avait aucun motif plausible pour substituer sa terminologie locale à celle qui avait en sa faveur la priorité et la raison des faits ; nous devions donc dans notre essai de généralisation suivre cette dernière de préférence et exclusivement.

Observations générales.

Nous procéderons comme précédemment de haut en bas, ce qui renversera l'ordre adopté par la plupart des auteurs, et, tout en donnant la classification proposée par chacun d'eux, nous aurons soin de la faire rentrer dans la nôtre, sans nous préoccuper si tel ou tel systèmede couches est plus développé sur tel ou tel point. L'examen de ces travaux amènera sans doute quelques répétitions, plusieurs d'entre eux ayant traité de toute la chaîne, ou de l'ensemble de la formation, mais il fallait, pour rendre intelligible la comparaison des diverses classifications, faire connaître les motifs sur lesquels reposait chacune d'elles et par conséquent revenir sur le même sujet.

Suivant L. de Buch (1), c'est sur une petite carte de Grimm, carte que nous ne connaissons pas, qu'a été indiquée pour la première fois, d'une manière assez exacte, l'étendue de la formation jurassique de l'Allemagne. Ses couches y sont traversées par quatre ou cinq rivières venant de montagnes éloignées et de collines à plateaux. Depuis longtemps aussi de Buch avait considéré les assises supérieures découpées par ces cours d'eau comme offrant une disposition comparable à celle des récifs de coraux des mers équatoriales de nos jours. Il avait également remarqué que les lambeaux actuellement détachés sur divers points de l'Allemagne appartiennent exclusivement au lias et que les autres groupes n'y sont point représentés. Ce sont des témoins de la vaste nappe qui s'étendait bien au delà du reste de la formation. D'où il suit que, prises dans leur ensemble, les assises jurassiques qui circonscrivent une grande portion de l'Allemagne centrale doivent cette disposition à leur mode de formation même et non à des soulèvements ultérieurs.

---

(1) *Ueber den Jura in Deutschland*, Mém. lu à l'Acad. de Berlin, le 23 fév. 1837 (*Abhandl. der kön. Akad. der Wissensch. zu Berlin. Bericht über die z. Bekann. geogn. Verhandl. d. kön. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin*, 2ᵉ année, p. 45, 1847). — *Bull.*, 1ʳᵉ sér., vol. IX, p. 19, 1837. — Traduction par H. Lecocq, *Ann. des mines*, 3ᵉ sér., vol. XVI, p. 49. — *L'Institut*, 24 mai 1837.

Aux environs de Ratisbonne et d'Amberg, on a vu (*antè*, vol. V, p. 308) que les dépôts crétacés succédaient aux couches jurassiques et qu'il en était de même au sud du Danube, comme en Suisse à l'ouest de Neuchâtel, de Genève, etc. On a dit aussi que de nombreux lambeaux crétacés se trouvaient compris dans la chaîne même du Jura. Or, cette disposition est le résultat de soulèvements. Lorsqu'au contraire on s'avance du S. vers le N., on ne voit pas les couches crétacées dépasser celles qui les ont précédées, et la grande ceinture jurassique de l'Allemagne a empêché les sédiments secondaires plus récents de pénétrer dans la Franconie, la Souabe, la Hesse, etc.

Les assises jurassiques de la Suisse et de l'Allemagne méridionale semblent former un tout divisé en trois parties caractérisées par leurs roches, leurs formes orographiques et leurs fossiles. Ce sont le *Jura de la Suisse*, le *Jura du Wurtemberg*, le *Jura de la Bavière septentrionale*. En Suisse, les divers groupes constituent des séries de montagnes parallèles ou circonscrivant les vallées; les couches se relèvent sous des angles de 30° à 40°, courbées en voûtes, repliées, mais nulle part horizontales. Ces effets de soulèvement cessent dès qu'on atteint les bords du Rhin où les strates correspondants du Wurtemberg affectent une grande régularité. Chaque couche y occupe son niveau relatif originaire, et à mesure qu'on s'élève, on atteint des assises de plus en plus récentes. Les calcaires et les argiles schisteuses du lias se voient au fond des vallées et vers le pied des montagnes, mais nulle part sur les points élevés. Les montagnes ne sont point disposées de manière à former des séries de chaînons; elles constituent un tout continu, et les plateaux qui les terminent offrent une surface uniforme, ou une plaine plus ou moins étendue. Sans les crevasses qui les sillonnent çà et là, on aurait un plan non interrompu jusqu'au bord du Danube.

Dans le nord de la Bavière, la présence des dolomies imprime à la formation un aspect général très différent. La constance des assises est la même que dans le Wurtemberg, sauf le caractère ruiniforme des dolomies supérieures. Celles-ci se montrent rarement sur les bords des plateaux; on les observe vers le milieu et dans presque toute leur largeur. Ces masses caverneuses, qui ont acquis une certaine célébrité par les nombreux ossements découverts dans leurs cavités, existent sur les rives du Main, près de Lichtenfels, et se continuent au sud en traversant les routes de Baireuth, de Bamberg, de Neuremberg et de Neumarkt, près d'Amberg, jusqu'à celle de Ratisbonne, sur une longueur de 15 milles

(allem.). Au-dessous d'Hemmau, les dolomies sont recouvertes par les calcaires schisteux de Solenhofen, et au delà, vers le Danube, par les couches à Nérinées et à Dicérates. Elles forment des murailles escarpées le long des vallées de la Naab, du Laber, de l'Altmühl, et atteignent le sommet des montagnes jurassiques ellesmêmes. Lorsqu'on suit la vallée qui de Neubourg se dirige vers Rennertzhofen et Manheim, on voit finir les dépôts jurassiques de cette partie de la Bavière. Les dolomies s'étendent au nord-est, puis au nord, le long de la chaîne du Böhmerwald jusqu'au Main.

Quant à leur origine, elle est encore peu expliquée ; mais lorsqu'on est familiarisé avec les modifications des roches calcaires, on doit penser, dit l'auteur, qu'il y a un rapport entre l'existence des roches magnésiennes et la grande fente ou crevasse qui longe le Böhmerwald, dont le soulèvement aurait la même cause et remonterait à la même époque. Cette ouverture étant restée imparfaitement bouchée, les émanations magnésiennes auraient agi sur les calcaires, puis les bancs de polypiers se seraient formés.

La *Terebratula lacunosa* et l'*Apiocrinites mespiliformis*, qu'on rencontre dans ces dolomies, caractérisent les couches de l'Albe du Wurtemberg qui sont placées sous la grande masse des polypiers, de sorte que les dolomies de la Bavière ne doivent pas être regardées comme un dépôt local ou accidentel propre à ce dernier pays, mais bien comme le représentant modifié de ces mêmes couches de l'Albe.

Si, continue L. de Buch, on ne connaissait pas dans d'autres pays qu'en Allemagne la formation qui nous occupe, on n'hésiterait pas à la diviser en trois parties caractérisées chacune par une teinte propre. La première ou supérieure, de teinte blanche (*weisser Jura*, Jura blanc), remplie de polypiers, est composée de calcaires blancs dont les escarpements abruptes se dressent comme des murailles couronnant les pentes des montagnes ; la seconde, d'un jaune brun (*brauner Jura*, Jura brun), ne comprend que des grès ou des roches arénacées; la troisième, de teinte noire (*schwarzer Jura*, Jura noir), renferme des calcaires et des schistes foncés qui occupent le pied des escarpements. Chaque partie est subdivisée en plusieurs autres de moindre importance, caractérisées par des différences stratigraphiques et zoologiques.

Jusqu'à l'époque dont nous parlons, on s'était peu occupé en Allemagne de la répartition des espèces fossiles dans les divers termes de la série. On avait supposé que, les dépôts du groupe oolithique supérieur de l'Angleterre étant blancs, les calcaires blancs, solides de l'Allemagne devaient leur correspondre, et l'on avait as-

similé les assises brunes et noires au lias de ce dernier pays. En 1829, de Munster (1) combattit cette manière de voir, et tous les fossiles du *Jura brun*, particulièrement ceux d'Aalen et de Wasseralfingen, furent rapportés à l'étage de l'oolithe inférieure de l'Angleterre, et les calcaires blancs de l'Albe furent placés au niveau de la grande oolithe. Il résultait de ce classement que les assises supérieures de l'Angleterre manquaient en Allemagne. En 1831, M. Murchison (2) mettait les calcaires schisteux de Solenhofen sur l'horizon de ceux de Stonesfield, et le coral-rag ainsi que le Portland-stone se trouvaient n'avoir d'équivalents que dans le nord, sur les bords du Weser. D'après les observations que fit de Buch au mois de juillet 1830, le *Jura brun* devait représenter la série oolithique moyenne de l'Angleterre ; les calcaires blancs placés dessus le coral-rag, et les calcaires schisteux de Solenhofen, situés encore plus haut, ne pouvaient plus être les analogues de ceux de Stonesfield. Cette opinion ne fut cependant point adoptée, et Voltz (3), qui, de son côté, avait signalé les mêmes rapports, ne fut pas plus heureux.

En 1835, M. de Mandelsloh (4) pensait qu'une partie seulement des divisions admises en Angleterre et en France se retrouvait dans le Wurtemberg. Ainsi le cornbrash, le forest-marble et la grande oolithe y manquaient ; l'oolithe inférieure n'y était représentée que par quelques bancs de calcaire marneux et une couche oolithique ferrugineuse. Vers le haut, les calcaires schisteux lithographiques de la Bavière, qui semblent d'ailleurs avoir un caractère exclusivement local, ne s'y montrent pas non plus.

(1) *Jahrbuch* de Leonhard, 1829.

(2) *Proceed. geol. Soc. of London*, mai 1831. — *Manuel géologique* de de la Bèche, p. 393, 1833.

(3) *Jahrb.* de Leonhard, 1830 et janv. 1831.

(4) *Loc. cit.*, p. 11. — Voy. aussi : Carte de M. de Tessing (*Fortstatis. von Württemberg*, 1823). — Vue de l'Albe de la Souabe (*Herta*, vol. VI, cah. 3). — Carte de M. Rath, 1834. — *Ueb. die geognost. Verhältn. d. Umlieg. von Tubingen*, par Vogel, in-8, 1832. — Sur l'Alp du Wurtemberg, par Martens (*Herta*, vol. VI, cah. 1). — D'Alberti, *Die Gebirge des kön. Württemberg*, 1826. — C. H. von Zieten, *Die Versteinerungen Württembergs*, etc. *Les pétrifications du Wurtemberg ou représentations d'après nature des pétrifications qui se trouvent dans les collections les plus complètes, nommément dans celle du cabinet de M. le docteur Hartmann, avec indication des formations des roches dans lesquelles on les rencontre et des endroits où elles ont été découvertes*, in-f°, avec 72 planches, 1830. Ce magnifique ouvrage eut pour l'Allemagne l'heureuse influence du *Mineral conchology* de Sowerby pour l'Angleterre.

Groupe oolithique supérieur.

Les caractères de même que l'étendue superficielle des dépôts qui doivent être rapportés au groupe supérieur nous semblent encore imparfaitement définis et tracés, et les géologues sont peu d'accord à cet égard. Les fossiles caractéristiques cités par les uns ne le sont plus par les autres, qui en signalent de différents, exclusivement propres au pays, de sorte que la certitude que nous avions pour les cantons suisses les plus voisins où le groupe est bien développé n'existe plus ici.

PROFIL THÉORIQUE DE L'ALBE DU WURTEMBERG, D'APRÈS M. DE MANDELSLOH.

Terrain	Couches	Équivalents	Groupe
T. tertiaire.	1. Mollasse, 40 mètres.	(*antè*, v. II, p. 876).	
	2. Calcaire lacustre, 13 à 49 mètres.	(*antè*, v. II, p. 876).	
Et. jurass. moyen et supér.	3. Calcaire de Portland. (3 et 4 : 26 à 65 mèt.)	Gr. ool. supér. ?	
	4. Coral-rag	Coral-rag.	Gr. ool. moyen.
	5. Calcaire de l'argile oxfordienne supérieure, 193 mèt.	Calc. grit infér.	
	6. Argile oxfordienne inférieure et argile de Bradford.	Oxford-clay.	
Inferior ool. fuller's earth.	7. Oolithe ferrugineuse, gris de fumée, alternant avec des	Kellow.-rock.	
	7'. Marnes schisteuses.		Groupe oolithique inférieur.
	8. Calcaire marneux, jaunâtre ou gris de fumée, avec plantes charbonnées.		
	9. Schistes marno-bitumineux, noirs, sans fossiles.		
	10. Calcaire marneux gris bleuâtre.		
Grès de l'oolithe inférieure ou marly-sandstone.	11. Grès tendre, jaune de miel (*marly-sandstone*)		
	12. Schistes gris noirâtre, sableux.		
	13. Grès = 11.		
	14. Schiste = 12.		
	15. Oolithe ferrugineuse.		
	16. Schistes = 12.		
	17. Oolithe ferrugineuse.		
	18. Schistes = 12.		
	19. Grès = 11.		
	20. Oolithe ferrugineuse.		
	21. Schiste = 12.		
	22. Argile schisteuse, sableuse, gris de fumée.		
	23. *Marly-sandstone*, gris de fumée.		
	24. Id. rouge.		
	25. Schistes = 12.		
	26. Grès = 11.		
	27. Schistes = 12.		
	28. Oolithe ferrugineuse.		
	29. Schistes = 12.		
	30. *Marly sandstone* gris.		
Lias supérieur.	31. Schistes marneux du lias supérieur.		
	32. Marnes avec de nombreux fossiles.		
	33. Schistes = 31.	1er ét.	
	34. Couches marneuses, calcaires ou fétides.	1er ét.	
	35. Schiste = 31.	1er ét.	
	36. = 34.	1er ét.	
	37. Schiste = 31.	1er ét.	Groupe du lias.
	38. = 34.	1er ét.	
	39. Schiste = 31.	1er ét.	
	40. = 34.	1er ét.	
	41. Schiste = 31.	2e ét.	
	42. = 34.	2e ét.	
	43. Id.	2e ét.	
Lias inférieur.	44. Couches calcaires supérieures à Gryphites et marnes schisteuses.	3e ét.	
	45. Grès jaune du lias.	4e ét.	
	46. Calcaire inférieur à Gryphites	4e ét.	
	47. Grès jaune du lias.	4e ét.	
	48 Grès brun du lias	4e ét.	
Trias.	49. Keuper.		

Ce profil théorique de l'Albe qu'a donné M. de Mandelsloh se trouve raccordé avec notre propre classification. Quant aux principaux fossiles que l'auteur indique aussi avec soin dans chaque division, nous les mentionnerons en parlant de chacune d'elles.

L'auteur rapporte à l'étage de Portland, longtemps méconnu dans le pays, des calcaires d'un aspect crayeux, semblables à ceux du Porland-stone du département de la Haute-Saône. Ils sont exploités sur une épaisseur de 5 mètres seulement, et à quelques pieds au-dessus du niveau du Danube, à Einsingen, près d'Ulm. Des lits minces de marnes schisteuses grises et jaunes séparent les bancs calcaires. Ces assises, recouvertes par la terre végétale avec des fragments de calcaire lacustre, renferment le *Mytilus amplus*, Sow., la *Pholadomya donacina* var., *abbreviata*, *elongata* et *obliquata*, Voltz, une Ammonite et un Nautile indéterminés.

Dans son mémoire sur la formation jurassique de l'Allemagne, de Buch (1) proposa la classification ci-contre, qui a été adoptée dans ses principales divisions par la plupart des auteurs qui ont écrit depuis.

On pourrait peut-être au premier abord voir quelque représentant du groupe supérieur dans l'assise désignée sous le nom de *Portland-stone*, mais la présence de la *Diceras arietina* vient faire naître des doutes à cet égard. Il paraît certain néanmoins que le même géologue a rapporté au premier groupe ces couches que nous plaçons à la partie supérieure du second, parce qu'elles renferment les Dicérates et les Nérinées, tandis qu'il a placé au-dessous les calcaires schisteux de Solenhofen et de Pappenheim, que nous regardons comme formant le terme le plus élevé de la série jurassique de l'Allemagne.

M. F.-A. Quenstedt (2), dans un ouvrage beaucoup plus étendu que les précédents, et dont nous reproduisons aussi la classification d'après le tableau qu'a donné M. W. Pfizenmayer (3), n'est pas beaucoup plus explicite.

---

(1) *Ueber den Jura in Deutschland*, in-4. Berlin, 1837-39.

(2) *Das Flötzgebirge Württembergs*, in-8. Tubingen, 1843, 2ᵉ éd. 1851 ; c'est celle que nous suivons ici ; une 3ᵉ éd. a commencé à paraître en 1856. — M. Studer a donné une esquisse de la classification de M. Quenstedt (*Geol. der Schweiz*, vol. I, p. 154, 1851).

(3) *Der Schwaebische Jura nach Flötzgebirge Württembergs* (*Zeitsch. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. III, pl. 16, Berlin, 1853).

JURA DE L'ALLEMAGNE CLASSÉ D'APRÈS LES FOSSILES, PAR L. DE BUCH.

Formation	Fossiles	Roche	Étage	Groupe
Portland-stone.	Diceras arietina. Pteroceras Oceani. Pinna granulata. Terebratula trilobata, insignis. Isocardia excentrica. Pholadomia donacina. Terebratula substriata, trigonella. Mytilus pectinatus. Nerinea suprajurensis, terebra. Pholadomya acuticosta.			Groupe ool. supérieur.
	Pterodactylus longirostris, Caturus, Libellula, Eryon arctiformis, Megachirus.	Schistes lithographiques.		
Coral-rag. . . .	Cnemidium rimulosum, Trugus acetabulum, Lithodendron trichotomum. Ammonites polyplocus, flexuosus, bifurcatus. Astræa heliantoides, explanata. A. — polygyratus, inflatus, biplex. Terebratula lacunosa. Cidarites coronatus. Scyphia cylindrica, costata. Galerites depressus. Belemnites semi-sulcatus. Apiocrinites mespiliformis. Nautilus aganiticus.	Calcaire.		Groupe ool. moyen.
	Terebratula impressa. Ammonites perarmatus, alternans.	Marnes.		
Oxford-clay . .	Ammonites sublævis. Trigonia clavellata. Gryphæa dilatata. Ammonites Lamberti, hecticus.	Argile.		
Kelloway-Rock.	Ammonites Jason, Koenigi. Terebratula varians. Belemnites canaliculatus.			
Bath-oolith. . .	Cidarites maximus. Ostrea Marshii. Ammonites Herveyi. Pholadomya Murchisoni. Lima proboscidea. Perna mytiloides. Nucula lobata, Ammonites discus. Belemnites giganteus, aalensis.	Grès.		Groupe ool. inférieur.
Unter-oolith . .	Astarte excavata. Cerithium muricatum. Gervillia gastrochoena. Ammonites Murchisonæ. Trigonia costata, Pecten personatus, lens. Pecten disciformis.			
	Trigonia navis. Gervillia pernoides. Cytherea trigonellaris. Nucula Hammeri. Cypricardia obliqua.	Argile.		
	Avicula monotis. Posidonia Bronnii. Inoceramus gryphoides. Ammonites radians, fimbriatus, annulatus, Davœi. Pentacrinites subangularis, Briareus. Belemnites digitalis. Ichthyosaurus tenuirostris, communis, platyodon.	Schistes.	1er ét.	Groupe du lias.
	Lepidotus gigas, Tetragonolepis, Ammonites serpentinus, Walcotii. Terebratula numismalis, tetraedra, triplicata. Ammonites Bechei, capricornus, amaltheus, costatus. Gryphæa cymbium. Belemnites paxillosus, acuarius. Plicatula spinosa, Pholadomya ambigua.	Lias.	2e ét.	
	Ammonites Conybeari, Brookii, rotiformis. Nautilus aratus, Pinna Hartmanni, Spirifer Walcotii. Unio concinna. Plagiostoma giganteum. Ammonites Bucklandi. Gryphæa arcuata.		3e ét.	

JURA DE LA SOUABE D'APRÈS MM. QUENSTEDT ET PFIZENMAYER.

Division		Couches	Étages	Groupes
Jura blanc (*weisser Jura*).	ζ.	Calcaires schisteux de Solenhofen, *Solenhofer Schiefer* (calcaires à crustacés).		Groupe ool. supér.
	ε.	Couches à Polypiers (*Korallenschicht*) et calcaires rocheux non stratifiés (*plumpe Felsenkalke*).	Coral-rag.	Groupe ool. moyen.
	δ.	Bancs oolithiques peu épais avec *Belemnites hastatus*.	Calc.-grit inférieur.	
	γ.	Calcaire à spongiaires (*Spongitenkalk*).		
	β.	Bancs calcaires réguliers avec *Ammonites flexuosus*.		
	α.	Calcaire à *Terebratula impressa* (*Impressakalke*).		
Jura brun (*brauner Jura*).	ζ.	Argile à *Ammonites ornatus* (*Ornatenthone*).	Étage d'Oxford.	
	ε.	Couche à *Ammonites macrocephalus* (*Macrocephalenschicht*).		
	δ.	Argile à *A. Parkinsoni* (*Parkinsonthone*).	Étage de l'oolithe infér.	Groupe ool. inférieur.
		Couche à *A. bifurcatus* (*Bifurcatenschicht*).		
		Calcaire à ostracées (*Ostreenkalk*).		
		Argile à *Belemnites giganteus* (*Giganteusthone*).		
	γ.	Couche à coraux (*Korallenschicht*).		
		Calcaire bleu.		
	β.	Banc à *Pecten* (*Pectinitenbank*).		
		Grès brun jaunâtre avec minerai de fer en grain, *Ammonites Murchisonæ*, *Nautilus lineatus*, etc.		
	α.	Argile à *Ammonites opalinus* (*Opalinusthone*).		
		Banc moyen.		
		Couche à *Ammonites torulosus* (*Torulosusschichte*).		
Jura noir (*schwarzer Jura*).	ζ.	Marnes à *Ammonites jurensis* (*Jurensismergel*).	1er ét.	Groupe du lias.
	ε.	Roche brune avec *Ptycholepis bollensis*, *Ammonites bollensis*, *Belemnites digitalis*, etc.		
		Schistes bitumineux à poissons, *Ammonites communis*, *Walcotii*, etc.		
		Schiste en plaques gris de cendre avec *Posidonomya Bronnii*, *Inoceramus gryphoides*.		
		Schiste en plaques foncées avec *Belemnites paxillosus*.		
	δ.	Région de l'*Amm. costatus*, *Belemnites breviformis*, *Spirifer rostratus*, etc.	2e ét.	
		Argile à *A. Amaltheus*, proprement dite (*Amaltheenthone*).		
		Région de l'*Amm. lineatus*.		
	γ.	Calcaire à *A. Davœi* (*Davœikalke*).		
		Marne solide, gris jaunâtre à *Ammonites natrix*, *ibex*, *Valdani*, etc.		
		Banc à *Gryphæa cymbium* (*Cymbienbank*), *Amm. armatus*, *Pholadomya decorata*, etc.		
	β.	Banc à *Amm. raricostatus* (*Raricostatenbank*).		
		Couche à *Amm. oxynotus* (*Oxynotenlager*).		
		Banc solide avec *Pholadomya ambigua*, *Terebratula numismalis* (*inflata*), *Spirifer tumidus*.		
		Argile à *Amm. Turneri* (*Turnerithone*).		
	α.	Banc à Pentacrines (*Pentacrinitenbank*).	3e ét.	
		Calcaire à Gryphées arquées (*Arcuatenkalk*).		
		Couches à *Amm. angulatus* (*Angulatenschicht*).	4e ét.	
		Banc à *Amm. psilonotus* (*Psilonotusbank*).		
Keuper.		Couche à ossements (*Bone bed*).		
		Grès jaune.		
		Marne rouge.		

En mettant plus nettement ses calcaires rocheux non stratifiés (*plumpe Felsenkalke*, ε) sur l'horizon du coral-rag de la France et de l'Angleterre, et y réunissant les calcaires à Dicérates avec les dolomies, M. Quenstedt isole complétement au-dessus les calcaires schisteux ou en dalles avec crustacés (ζ) représentant ceux de Solenhofen et les seuls équivalents de notre groupe supérieur.

(P. 451). Ces calcaires en dalles, bien stratifiés, couronnent la formation jurassique de l'Albe. Nulle part on ne trouve une tendance plus prononcée à la structure schistoïde que dans leurs bancs, qui se divisent en plaques de 25 millim. d'épaisseur et dont on

compte de 10 à 20 dans chacun d'eux. Cette structure disparaît quand l'épaisseur totale de l'assise atteint 32 mètres. La roche devient sonore et donne une pierre susceptible d'être employée dans les constructions. Elle est plus argileuse, sa teinte est plus foncée, et elle passe à une argile marneuse par suite de son altération. Les coquilles et les spongiaires silicifiés abondent dans les endroits où elle est le plus épaisse. Les espèces paraissent être les mêmes que dans le coral-rag sous-jacent; aussi les deux étages eussent-ils pu être réunis, sans la présence de nombreux crustacés qui ont permis de tracer entre eux une limite assez tranchée. Observés d'abord par M. de Mandelsloh dans les calcaires de Böhmenkirch, ils ont été retrouvés autour d'Heidenheim, de Nattheim, d'Ulm, d'Einsingen, etc., d'où l'assise se continue sans interruption le long de la chaîne. On peut y distinguer, vers le bas, les calcaires en dalles avec des coquilles silicifiées, au-dessus les marnes à *Pentacrinites pentangularis*, de 10 a 12 mètres d'épaisseur; puis, recouvrant le tout, les calcaires schisteux à crustacés qui rappellent ceux de la Bavière, mais dans lesquels on n'a pas observé de poissons. Au delà de la Ries, les calcaires massifs et les calcaires saccharoïdes sont toujours inférieurs à ceux-ci.

L'épaisseur des calcaires à crustacés varie de 1 à 10 et 12 mètres; ils forment des murailles abruptes, et lorsque l'assise à Pentacrines se développe, cette puissance est doublée (1). Celle-ci est la plus grande dans les parties basses du sol, et très faible au contraire vers les points élevés où les calcaires massifs forment des îlots qui dominent les roches schistoïdes. Les polypiers sont silicifiés ou calcaires, et, malgré la difficulté de les déterminer spécifiquement, on ne peut se tromper sur le niveau qu'ils occupent.

(P. 494.) M. Quenstedt signale aussi le calcaire en dalles de Nusplingen dans la vallée de la Beer, affluent du Danube. Lorsqu'on arrive à Egesheim, on trouve les calcaires bien stratifiés de l'Oxford-clay et du calcareous-grit inférieur (Jura blanc inférieur), puis le coral-rag très développé, et, sur la hauteur, les calcaires blancs et les calcaires en dalles qui diffèrent ici de ceux de Solenhofen. Les dalles feuilletées, très minces, couvertes de dendrites noires, rappellent certains calcaires lacustres, mais ils sont im-

(1) M. Rogg indique, comme caractérisant les calcaires en dalles, des sillons tracés sur leur surface altérée et qui ressemblent à des empreintes de crinoïdes branchus.

propres à la lithographie. Quelques couches plus épaisses et plus solides se rapprochent cependant de celles de Solenhofen et de Mörnsheim. On y trouve les *Aptychus solenoides* et *problematicus*, l'*Ammonites flexuosus*, une Huître qui existe également à Solenhofen, des écailles de *Leptolepis* et d'autres poissons. Les dalles à crustacés se trouvent à la surface des plateaux. Les calcaires d'Eichstedt, de Monheim, etc., dit l'auteur (p. 501), sont identiques avec ceux de Nusplingen, et, par leurs caractères propres à cette partie de l'Allemagne comme par leur étendue, ils doivent continuer à être désignés par le nom sous lequel ils sont depuis longtemps connus.

Ces couches se rattachent aussi vers le bas aux calcaires saccharoïdes à polypiers ; on y trouve quelques Astartes, mais qui ne suffisent pas pour qu'on puisse les mettre en parallèle avec les *calcaires à Astartes* de la France et de la Suisse. Les argiles qui sont dessous, caractérisées par le *Pentacrinites pentagonalis*, pourraient représenter le Kimmeridge-clay, et alors les calcaires schisteux avec crustacés, ou de Solenhofen, seraient les équivalents du Portland-stone.

M. Quenstedt cite dans cet étage supérieur ζ (p. 535) : *Pagurus suprajurensis*, *Penæus speciosus*, *Eryon*, *Astacus*, *Megalurus*, *Sepia hastiformis*, des écailles de poissons, *Lumbricaria gordialis*, des restes d'Ammonites, les *Aptychus problematicus* et *solenoides*, *Terebratula pentagonalis*, *Myacites donacinus*, *Pentacrinites pentagonalis*, *Nautilus aganiticus*, *Mytilus amplus*.

M. de Klipstein (1), dans une coupe de Weissenburg à Eichstädt, passant par Pappenheim, Solenhofen et Mörnsheim, a fait voir la superposition des calcaires lithographiques au coral-rag, et a donné une description assez étendue des premiers. Dans un autre profil, du Danube à Keilberg, il désigne pour la première fois comme *Portland-stone* un calcaire à grain fin, cristallin, blanc, compacte, en bancs épais, avec des fossiles qui semblent devoir le faire rapporter plutôt au coral-rag. Il n'y a point trouvé, à la vérité, les couches recouvrant les calcaires lithographiques, mais il présume qu'on pourrait les observer quelque part.

Le travail de M. Röminger (2), sur lequel nous reviendrons par

(1) *Beiträge zur geol. Kenntn. d. Östl. Alpen*, p. 6-9, pl. 1, in-4, 1843.
(2) *Vergleichung des Schweiz.*, etc. Comparaison entre le Jura de la Suisse et celui du Wurtemberg (*Neu. Jahrb.*, 1846, p. 293).

la suite, ne nous offre aucun éclaircissement à ce sujet. De leur côté, MM. de Buch, Beyrich, de Carnal, Ewald et de Strombeck, pendant une excursion qu'ils firent aux environs de Kehleim, d'Ingolstadt, d'Eichstädt, de Solenhofen et de Pappenheim (1), reconnurent que les calcaires en dalles (*Platten-Kalk*) étaient plus récents que les calcaires à Dicérates appartenant au grand étage des calcaires à coraux. Les carrières de Mörnsheim et de Solenhofen se trouvent cependant sur les points élevés du pays, tandis que les dolomies affleurent sur les pentes abruptes des vallées. Des coupes données par ces géologues (p. 440, 442, 445) et des détails qui les accompagnent, il résulte que les calcaires lithographiques ont été déposés dans des bassins fermés, ce qui aurait contribué à leur imprimer les caractères particuliers que présentent les roches et les fossiles.

Dans la carrière de Solenhofen, les bancs calcaires ont de 27 millimètres à 16 centimètres d'épaisseur, et jamais plus de 27 centimètres; ils alternent avec des lits marneux également minces. La dimension des dalles ou plaques dépend de l'espacement des crevasses ou fentes perpendiculaires, qui est de 0^{m},64 à 0^{m},97 et qui ne dépasse jamais 1^{m},94. Les fentes, de 7 à 14 millimètres de large, résultent du retrait de la masse lors de son desséchement. Ces strates, d'une régularité et d'une symétrie très remarquables, ne présentent de dérangements nulle part. Des fentes plus larges, agrandies sans doute par l'action des eaux, renferment des cailloux roulés et du sable.

Quant aux observations qu'a publiées M. O. Fraas (2), nous y trouvons l'incertitude des relations stratigraphiques traduite d'une toute autre manière. L'auteur, hésitant à se prononcer sur les

(1) *Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellschaft*, vol. I, 4e partie, p. 423, 1849. — Voy. aussi de Buch. *Mémoire sur Solenhofen* (*Journ. de physique*, vol. XCV, p. 258).—*Id. Miner. Taschenb.*, 1824, p. 239.

(2) *Versuch einer Vergleichung des Schwäb. Jura mit dem Französischen und Englischen* (*Württemb. naturwiss. Jahresh.*, 5e année, 1re partie, p. 1, 1849). — *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 171, 185. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VII, p. 42 des Notices, 1851. — Nous ne reproduisons pas le tableau que donne M. Fraas à la fin de son mémoire, parce qu'il n'en est point à proprement parler le résumé ni l'expression systématique. Il ne montre point la relation des couches synchroniques dans les divers pays, mais seulement la série souvent fort incomplète dans chacun d'eux.

rapports des couches examinées dans des localités différentes, ne dit pas si les calcaires à Dicérates sont au-dessus ou au-dessous des couches de Solenhofen, ou bien s'ils sont inférieurs au véritable Portland-stone. Il croit éviter la difficulté en considérant ces diverses couches comme *trois faciès* particuliers de dépôts contemporains qu'il désigne sous les noms de *faciès à polypiers*, *faciès des mollusques*, *faciès des vertébrés*. Suivant lui, le Portland-stone serait un dépôt local qui manque non-seulement dans le nord de l'Angleterre, mais encore sur tout le continent. Ce qu'on a considéré comme tel dans le nord de l'Allemagne, en France et en Suisse, n'appartiendrait pas à cet étage, et c'est par une erreur semblable qu'on aurait mis sur le même horizon certains calcaires du Wurtemberg et de la Bavière qui n'ont aucune ressemblance minéralogique ni zoologique avec le Portland-stone de l'autre côté de la Manche. Celui-ci ne constituerait qu'une portion de la grande série de couches formant ce que M. Fraas appelle le *faciès des mollusques du Jura supérieur*. Les détails que nous avons donnés sur le coral-rag et le groupe supérieur dans la Champagne, la Bourgogne, la Lorraine, comme dans tout le Jura suisse et français, réfutent assez complétement cette opinion pour qu'il ne soit pas nécessaire d'y rien ajouter ici.

Après s'être occupé des *faciès à polypiers* et *à mollusques*, il passe à l'examen des restes d'animaux articulés et vertébrés du *Jura blanc supérieur* (1). Les crustacés et les poissons y jouent le rôle principal, et les mollusques ne sont représentés que par des céphalopodes ; mais généralement ce *faciès* est en relation avec celui des polypiers, cette faune d'animaux élevés s'étant développée seulement dans les baies et les criques protégées par les récifs de coraux. Sur le fond de leurs eaux tranquilles, ont pu se déposer les bancs schistoïdes de sédiments extrêmement fins qui constituent les calcaires lithographiques.

Entre le Randen, près de Schaffhausen, et les hauteurs des environs de Ratisbonne, au bord du grand récif qui s'étend du S.-O. au N.-E. au-dessus des roches massives et des dolomies, vient une série de bancs calcaires à grain fin ou grossier, peu épais

(1) Ici encore l'auteur paraît ne pas connaître l'abondance des reptiles sauriens et chéloniens du Kimmeridge-clay d'Angleterre, l'existence des *Teleosaurus*, *Ichthyosaurus* et *Streptospondylus* du Havre, et de cette faune de reptiles bien plus riche encore, de Soubenne et de Wadincourt (Meuse).

ou en dalles. Dans le Wurtemberg, ces bancs sont beaucoup plus épais, traversés de veines de calcaire spathique, ne se fendent pas régulièrement et alternent avec des argiles. En Bavière, ils sont plus durs, plus homogènes, à grain beaucoup plus fin. Dans les deux pays, on les distingue facilement des autres roches de la formation par leur propriété de rendre un son clair sous le choc du marteau. Les calcaires schistoïdes de la Bavière sont, comme on le sait, très recherchés pour la lithographie, et, les plus estimés, pour la finesse et l'homogénéité de leur pâte, sont ceux de Solenhofen et de Mörnsheim, sur la rive droite de l'Altmühl. Ceux du Wurtemberg ont été jusqu'ici essayés sans succès.

La superposition directe de ces bancs au coral-rag peut être observée sur beaucoup de points, et souvent les roches, semblables à des récifs isolés, ou bien groupées et alignées en série, s'élèvent au-dessus des bancs calcaires schisteux, horizontaux. Ainsi le Herdtfeld est un grand bassin entouré de ses anciens récifs. A Solenhofen et à Mörnsheim, les calcaires schisteux sont à un niveau plus bas que les affleurements rocheux dont nous venons de parler, et même sont dominés par les masses de dolomie. Non loin des ruines de Mörnsheim on voit, au sommet de la colline, des couches avec *Terebratula inconstans* et *trilobata ;* sur le bord et au-dessous sont les carrières de pierre lithographique. Près de Kelheim, de Randeck et de Kelheimwinzer les calcaires à Dicérates passent si évidemment aux couches schisteuses à poissons que, suivant M. Fraas, les deux dépôts ont dû être formés à côté l'un de l'autre ; en outre, dit-il, les bancs schisteux pénètrent dans le calcaire ou dans l'assise de la dolomie, ou bien encore alternent avec cette dernière roche.

Ainsi, d'après cet auteur, l'étage des calcaires schisteux lithographiques que nous rangeons dans le groupe oolithique supérieur serait d'une part directement superposé au coral-rag, et de l'autre passerait latéralement aux couches à Dicérates que nous plaçons dans ce même coral-rag. Tantôt il se serait déposé dans des dépressions plus ou moins profondes entourées de récifs, tantôt pénétrerait dans les couches dolomitiques et alternerait avec elles. On conçoit quelle incertitude laissent après eux de semblables rapports stratigraphiques.

Dans le Wurtemberg, la grande abondance des crustacés qui caractérisent les calcaires schisteux a fait donner partout à ceux-ci le nom de *Krebsscheerenkalkplatten*, calcaires à crustacés en dalles. Dans la Bavière les débris d'animaux vertébrés sont plus fréquents.

Les poissons se montrent particulièrement à Solenhofen, mais, même dans cette localité, chaque carrière offre une faune particulière. Dans l'une sont des *Loligo* et des Ammonites, dans l'autre des Comatules et des *Aptychus*; ici des crustacés, là des poissons, etc. La localité d'Eichstädt est remarquable par le nombre des insectes que renferment les dalles exploitées ; on en compte déjà 417 espèces (Libellules, *Cicada*, *Cimices*, Blattes, etc.). Des bancs de crustacés, de poissons, de Gorgones existent aussi dans plusieurs carrières. Celles de Kelheim ont fourni les plus beaux échantillons de Ptérodactyles, d'*Aspidorhynchus*, etc. La roche calcaire blanche y était sans doute plus favorable qu'aucune autre à la conservation de ces restes organiques. Cette localité est comparée à celles de Soleure (*antè*, p. 27) et de Tisbury dans le Wiltshire (*antè*, vol. VI, p. 36) qui paraissent en effet appartenir au même horizon.

Ce parallélisme des couches à crustacés du Wurtemberg avec les calcaires de Solenhofen, aperçu depuis longtemps par M. Quenstedt, a reçu une nouvelle confirmation par les recherches récentes de M. Fraas (1), qui signale dans les assises de Nusplingen des fossiles analogues à ceux de la Bavière, tels que des poissons cartilagineux, des céphalopodes nus, et certains crustacés qui y sont assez répandus, tandis que les *Leptolepis* et les *Megachyrus* y sont plus rares. M. C.-V. Reidheim (2) a signalé la présence des calcaires de Solenhofen près de Weissenburg. On avait rapporté ceux parfaitement oolithiques de la vallée de Brenz, près d'Heidenheim, aux *calcaires massifs* du pays (3), et, en effet, ils semblaient pouvoir leur appartenir aussi bien qu'aux calcaires en plaques situés plus haut. M. O. Fraas (4) a donné la coupe suivante d'une carrière des environs, qui paraît devoir fixer leur position. On y voit de haut en bas, à partir des dépôts tertiaires lacustres :

---

(1) *Zeitschrift der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. V, p. 640, 1853. — *Ib.*, vol VI, p. 782, 1854.

(2) *Korresp. Blatt. d. zool. min. Vereins in Regensb.*, vol. II, p. 147, 1854. — *Neu. Jahrb.*, 1854, p. 210.

(3) Quenstedt, *loc. cit.*, p, 451. L'auteur y cite (p. 535) des dents de *Megalosaurus*, de Squale, de *Sphærodus*, de *Gyrodus* et des Ichthyodorulites.

(4) *Würtemb. naturwis. Jahreshefte*, 13ᵉ année, 1ʳᵉ partie, p. 104, 1857. —Voy. aussi : *Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, 9ᵉ année, p. 125.

		m.
1.	Calcaire oolithique, marbre très dur, avec des rognons de calcédoine	1,60
2.	Argile jaune	1,20
3.	Bancs de calcaire oolithique	0,64
4.	Marne argileuse jaune	0,30
5.	Calcaire oolithique non stratifié	2,50
6.	Calcaire oolithique à grain fin, pierre d'appareil	1,60
7.	Plaques calcaires coquillières	0,90
8.	Calcaires crevassés, et plaques avec crustacés	1,60
9.	Calcaire siliceux dur	0,60
10.	Calcaire à crustacés, en plaques, de 4 à 6 centimètres d'épaisseur avec Pagures	1,20

Aux environs de Kelheim on voit au-dessous du grès vert à Exogyres :

1.	Calcaires en plaques avec *Gyrodus*	1,20
2.	Calcaire blanc de neige, en masse avec des coraux, *Diceras arietina*, *Ampullaria gigas*, *Mytilus amplus*	1,60
3.	Plaques schisteuses avec poissons et crustacés	3,20
4.	Calcaires massifs.	

Les couches à Nérinées et à Dicérates de cette coupe appartiendraient, d'après cela, aux calcaires en plaques, sujet sur lequel nous reviendrons plus loin.

Paléontologie. Les corps organisés fossiles des calcaires lithographiques ont été recherchés avec beaucoup de soin et ont donné lieu à de nombreux mémoires. Nous citerons particulièrement ici, en renvoyant pour le reste à l'*Appendice bibliographique* placé à la fin du présent chapitre, des observations de M. Rüppell (1), sur les genres *Pseudammonites* et *Ichthyosiagonites* qui paraissent rentrer dans les *Aptychus* et les *Munsteria*, et celles de M. P. Germar (2) sur les insectes. Ce dernier décrit 18 espèces dont plusieurs étaient déjà connues, et qui appartiennent aux genres *Locusta*, *Chresmoda*, *Ditomoptera*, *Belostomum*, *Nepa*, *Pygolampis*, *Cerambycinus*, *Apiaria*, *Sciara*, *Mirmeleon*, *Libellula*, *Œschna*, *Agrion*, *Scarabides*, *Ricania* et *Musca*. Déjà une araignée avait été signalée dans un calcaire schisteux (3), lorsque M. Roth (4) en a mentionné deux autres espèces qui

(1) *Edinb. new philos. Journ.*, vol. IX, p. 32, 1836.
(2) *Die Versteinerungen Insecten Solenhofens* (*Nova acta*, etc., vol. XIX, p. 187, 3 pl., 1839).
(3) Buckland, *Anniversary address delivered*, etc., 1841, p. 54.
(4) *Münch. Gel. anz.*, vol. XXXII, p. 164, 1851. — *L'Institut*, 7 mai 1851. — *Neu. Jahrb.*, 1851, p. 375.

paraissent devoir constituer un nouveau genre pour lequel il propose le nom de *Palpipes* (*P. priscus* et *cursor*). M. H.-A. Heyden (1) a décrit le *Chrysobotris veterana* et le *Blabera avita*. M. H. von Meyer (2) a fait connaître deux crustacés des genres *Seleniscа* et *Eumorphia*, puis un *Pterodactylus* (*Rhamphorhynchus*) *Gemmingi* (3). Le même savant a fait connaître les caractères de l'*Homocosaurus Maximiliani* et du *Rhamphorhynchus* (*Pterodactylus*) *longicaudatus* (4). Puis en décrivant le *Sapheosaurus Thiollieri* et l'*Atoposaurus Jourdani* des calcaires blancs du département de l'Ain, il a signalé ce dernier fossile avec le *Pterodactylus longirostris* dans les calcaires de Solenhofen (5). M. Wagner (6) a décrit une nouvelle espèce d'Ichthyosaure provenant des schistes lithographiques. On croyait jusque-là que les énaliosaures n'existaient pas en Allemagne au-dessus du lias, tandis que nous les avons vus remonter en Angleterre jusque dans la craie. Précédemment, le même naturaliste (7) avait mentionné un *Lepidotus oblongus* dans les mêmes calcaires de Solenhofen, et depuis il a publié des recherches intéressantes sur les poissons et les reptiles des calcaires lithographiques de Kelheim (8).

M. de Quatrefages (9) a décrit les *Nemertes* observés sur des plaques calcaires de Solenhofen; M. Eser (10), d'autres débris fos-

(1) *Palæontographia*, etc., de Koch et Dunker, p. 99, pl. 12, fig. 4, 5.
(2) *Palæontographia*, *Beiträge zur Naturgesch. der Vorwelt*, etc., vol. I, 1847.
(3) *Ibid.*, 1re partie. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 72 des *Notices*, nov. 1847. — L'*Institut*, 30 juin 1847.
(4) In-4, 2 pl., 1847. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 114.
(5) *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 195.
(6) L'*Institut*, 29 juin 1853.
(7) *Münchn. Gelehrt. Anzeig.* 1846, p. 303. — *Neu. Jahrb.*, 1851, p. 496.
(8) *Sur les poissons fossiles de la pierre lithographique de Kelheim*, avec planches (*Acad. roy. des sc. de Bavière*, vol. VI, 1re partie. Munich, 1831). — *Reptiles fossiles de la pierre lithographique et du calcaire jurassique supérieur*, avec planches (*Ibid.*, partie 3, p. 661). — *Reptiles fossiles de la pierre lithographique et du grès vert de Kelheim* (*Ibid.*, vol. VII, partie 1re, p. 239, 1853).
(9) *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 768. — L'*Institut*, vol. XIV, p. 154, 1846.
(10) *Württemb. Naturwiss. Jahresh.*, etc., vol. X, p. 30, 1853.

lises des environs de Nusplingen; M. F. Unger (1), plusieurs plantes de Solenhofen, et M. H. von Meyer, divers corps organisés du *calcaire de Portland*, des environs d'Ulm (2). M. O. Fraas (3), en traitant des couches les plus élevées du *Jura blanc* de la Souabe, en a décrit les plantes (algues, fougères, cycadées, conifères), les restes de polypiers, d'échinodermes et d'acéphales étant toujours rares. Les gastéropodes y manqueraient tout à fait; il y a quelques céphalopodes, des *Aptychus*, des insectes, de nombreux crustacés, des poissons et des reptiles aux environs de Tuttlingen, de Kelheim et de Ratisbonne.

De Munster (4) avait déjà donné une énumération assez étendue des fossiles de ces calcaires, qui appartiennent à la classe des reptiles comme à celle des poissons, des crustacés, des insectes, des mollusques, et même au règne végétal; mais depuis, M. L. Frischmann (5) a publié un travail complet sur ce sujet.

Après une introduction historique de toutes les découvertes qui ont été faites successivement dans les calcaires lithographiques de la Bavière, l'examen du gisement des fossiles, la discussion de toutes les espèces décrites et leurs synonymies, il présente le tableau suivant de l'état numérique actuel de la faune et de la flore de ces couches.

		Genres.	Espèces.
Reptiles. . .	chéloniens	3	4
	sauriens	18	25
Poissons. . .	sélaciens.	5	7
	ganoïdes.	26	123
	A reporter. . .	52	159

(1) *Palæontographia*, etc., de W. Dunker et H. de Meyer, vol. II, p. 249, 1852. — *Neu. Jahrb.*, 1852, p. 990. — Plantes de Neusplingen (*Orthotaxites*, *Chondrites*, *Cyprites*, *Halymenites*) (*Palæontographia*, vol. IV, p. 39, 1854. — *Neu. Jahrb.*, 1856, p. 105).

(2) *Württemb. Naturwiss. Jahresh.*, 2e année, p. 147, 1847.

(3) *Ibid.*, 11e année, p. 77, 1855.

(4) *Neu. Jahrb.*, 1482. — *Ann. des sc. géol. de Rivière*, vol. I, p. 815, 1842.

(5) *Versuch einer Zusammenstellung*, etc. Essai sur le groupement des animaux et des végétaux fossiles connus dans les calcaires lithographiques de la Bavière (*Programme scolaire*, in-4. Eichstädt, 1853). — *Neu. Jahrb.*, 1853, p. 749. — Voy. aussi : L. Agassiz, *Recherches sur les poissons fossiles* et *Tableau général des poissons fossiles rangés par terrains*, in-4. Neuchâtel, 1844.

		Genres.	Espèces.
	Report. . .	52	159
Crustacés. . . .	thoracostracés.	29	96
—	arthrostacés (isopodes)	3	4
—	entomostracés	2	8
Insectes. . . .	métaboles (coléoptères, hyménoptères, diptères)	10	11
	amétaboles (orthoptères, névroptères, hémiptères).	13	18
Arachnides.		2	2
Annélides.		2	8
Mollusques. . .	céphalopodes (non compris 8 *Aptychus*).	8	27
—	acéphales.	4	5
—	brachiopodes.	1	1
Échinodermes.		6	9
Acalèphes.		1	1
Végétaux. . . .	cellulaires (algues).	8	24
—	vasculaires.	4	5
	Totaux.	145	378

§ 3. — Groupe oolithique moyen.

Les limites du second groupe, telles que nous devons les tracer pour suivre l'ordre que nous avons adopté, diffèrent essentiellement de celles que les géologues allemands ont proposées dans ces derniers temps. Ceux-ci, préoccupés d'abord de leurs divisions principales en *Jura blanc*, *brun* et *noir*, suivant des considérations de teintes qui sont peu scientifiques, puis des caractères pétrographiques et même orographiques qui ne sont que des circonstances locales, enfin d'après un développement particulier supposé du coral-rag et de l'Oxford-clay aux dépens du groupe oolithique inférieur, modification à laquelle, fût-elle vraie, on peut s'attendre lorsqu'on suit un système de couches sur quelques centaines de lieues, ces géologues, disons-nous, ont cru par ces divers motifs pouvoir établir des coupes différentes de celles qui, en Angleterre, ont reçu la sanction du temps et de l'expérience, et que nous verrons encore suffisantes ici comme partout ailleurs.

Le groupe oolithique moyen comprend les assises 4, 5, 6 et une partie de l'assise 7 du tableau de M. de Mandelsloh (*antè*, p. 420), car il n'y a point de motifs plausibles pour trouver un équivalent du Bradford-clay dans l'assise n° 6.

Étage du coral-rag.

L'auteur signale, à la partie supérieure du coral-rag de l'Albe, un calcaire peu épais, renfermant des rognons siliceux, tantôt composés de silice poreuse, tantôt de calcédoine, qu'il serait disposé à rapporter encore au *Portland-stone* ou aux calcaires lithographiques précédents, si, par divers motifs, il ne le mettait provisoirement sur l'horizon du sous-étage à Astartes du Jura suisse et français. Ces couches minces, sans fossiles, observées seulement dans les carrières du plateau de l'Albuch, entre Weissenstein et Böhmenkirch, sont gris blanchâtre, crayeux, tachant, à cassure inégale, employées pour les pavés et les dalles. Elles passent vers le bas à un calcaire massif souvent grenu et magnésien. Le calcaire est blanc, jaunâtre, rougeâtre ou brunâtre, traversé de nombreuses veines spathiques ; il représente le coral-rag proprement dit et constitue ces rochers de formes bizarres qui couronnent la chaîne de l'Albe du Wurtemberg. L'épaisseur de cette assise est de 55 à 65 mètres. Entre Ulm et Geisslingen on peut voir sa superposition à l'Oxford-clay dont elle se sépare aussi nettement par ses fossiles. Il en est de même à Henau, entre Neuffen et Grabenstetten, dans la vallée de la Lauter près de Buttenhausen, etc. Les cavités de la roche non stratifiée, et son état souvent grenu et dolomitique, font supposer l'influence d'actions ignées pendant son dépôt.

Les polypiers et les radiaires dominent parmi les fossiles de cet étage ; les acéphales sont peu nombreux, les Ammonites très rares et les Bélemnites y manquent tout à fait. C'est surtout des environs de Nattheim, de Giengen, d'Arnegg que proviennent les nombreux polypiers décrits et figurés dans le magnifique ouvrage de Goldfuss, et dont nous avons déjà cité beaucoup d'espèces dans le coral-rag de la Franche-Comté. M. de Mandelsloh en signale 50 ; puis 26 radiaires (*Cidaris maximus*, Münst. in Gold., *C. Blumenbachii*, id., *C. nobilis*, id., *C. elegans*, id., *C. marginatus*, Gold., *C. coronatus*, id., *C. glandiferus*, id., etc.), des *Eugeniacrinites*, *Solanocrinites*, *Apiocrinites*, *Rhodocrinites*, des Serpules et d'autres fossiles sur lesquels nous reviendrons ci-après.

On a vu que de Buch mettait les couches à Dicérates et à Nérinées dans le Portland-stone et qu'elles étaient, suivant lui, séparées des calcaires à polypiers par les calcaires schisteux de Solenhofen. Le Portland-stone avec Dicérates et Nérinées forme, dit-il, la partie la plus élevée du Jura, et même recouvrirait les calcaires schisteux de Kelheim, d'Aichstadt et de Pappenheim. En confondant cette série avec le Kimmeridge-clay ou en la plaçant sur le même ho-

rizon, il la met en même temps au niveau du coral-rag du Mont-Salève.

Les calcaires non stratifiés (« Quenstedt, p. 447) qui, avec l'étage précédent, forment le *Jura blanc supérieur* des géologues allemands (*Obere weisse Jura*), se voient dans toute la chaîne de l'Albe, le long du Danube et de ses affluents. Les plans de joints ne s'y observent pas ; ils constituent une masse continue, sinon homogène, et se présentent sous trois aspects différents. D'abord ils forment une sorte de calcaire marbre de texture uniforme, de teinte claire, sans grains cristallins dans la pâte. Ils sont en blocs irréguliers, détachés du sommet des montagnes et tombés au fond des vallées, où on les exploite pour des colonnes lorsqu'ils sont veinés de teintes bien prononcées. Ensuite ce sont des calcaires saccharoïdes à gros grains, ressemblant au marbre de Carrare, jaune clair, ferrugineux, et qui s'étendent à la surface des plateaux dénudés comme les dolomies de la Franconie. Enfin on les trouve à l'état de calcaire magnésien ou ayant un aspect dolomitique gris blanc, à grain plus dur et plus fin, s'altérant difficilement ou se réduisant en sable. Cette variété est plus rare dans l'Albe du sud-ouest, mais toutes trois sont intimement liées et enchevêtrées les unes dans les autres. La silice se trouve en nodules bruns, surtout dans la partie supérieure. Les fossiles sont rares dans la dolomie, très répandus au contraire dans les calcaires marbres et saccharoïdes.

Vers le haut de l'étage la masse commence à se diviser, tend à se stratifier et les fossiles nombreux sont à l'état siliceux. Les polypiers zoanthaires sont fréquents, souvent réunis et agglomérés ; mais, soit qu'on se rapproche du Rhin ou du Danube, les bancs de coraux diminuent, puis manquent tout à fait, tandis que les spongiaires se développent en sens inverse. On a déjà vu quelles étaient les localités où ces fossiles étaient le plus abondants. La silice manque quelquefois et le calcaire devient d'un blanc pur. Entre Urach et Ulm des blocs de cette roche ont été enveloppés dans des tufs basaltiques.

Les calcaires à Dicérates que recouvrent les calcaires lithographiques de la Bavière et que l'on voit à Kelheim au sud de Ratisbonne sont les représentants des roches précédentes (1). La roche

(1) Voyez, pour les poissons fossiles de ces diverses localités, L. Agassiz, *Recherches sur les poissons fossiles* et *Tableau général des poissons fossiles rangés par terrains*, in-4. Neuchâtel, 1844.

est parfaitement oolithique près d'Heidenheim, de Schnaitheim, de Giengen, etc. Elle est exploitée dans de grandes carrières et fournit une pierre très estimée qui ressemble d'ailleurs à celle du Lindnerberg près de Hanovre. On y trouve des dents de *Sphærodus*, de *Gyrodus*, de *Megalosaurus*, des ichthyodorulites, etc. Placé entre l'assise à polypiers et celle des crustacés, ce calcaire oolithique a environ 30 mètres d'épaisseur.

Nous citerons, d'après M. Quenstedt, dans le coral-rag du Wurtemberg, outre les nombreux polypiers et les échinodermes, dont nous avons déjà parlé, le *Galerites depressus*, Lam., l'*Exogyra subnodosa*, Gold., les *Ostrea hastellata*, Schloth., Ziet., *pulligera*, Gold., *pectiniformis*, Schloth. (*Lima proboscidea*, Sow.), les *Pecten articulatus*, Schloth., Gold., *subspinosus*, id., id., *globosus*, Quenst., le *Spondylus aculeiferus*, id., la *Nucula cordiformis*, Ziet., l'*Opis cardissoides*, Blainv., les *Terebratula inconstans*, Sow., *pectunculoides*, Schloth., de Buch, *trigonella*, id., id., *lagenalis*, id., *insignis*, Schubl., *trilobata*, Ziet., les *Nerinea depressa*, Voltz, *Mandelslohi*, Bronn, *flexuosa*, id., *Gosæ*, Roem., *punctata*, Bronn, les *Nerita cancellata*, Ziet., *sulcosa*, id., les *Turbo clathratus*, Roem. et *princeps*, id.

M. de Klipstein (1) a aussi donné quelques détails sur les caractères et les relations du coral-rag dans la vallée d'Altmühl. Dans celle de Mörnsheim en particulier il y signale des dolomies subordonnées et que recouvrent les calcaires lithographiques, mais sans que leurs rapports, ainsi qu'on l'a dit, soient bien constants. La coupe de Wülsbourg à Eichstädt, par Pappenheim et Solenhofen, montre partout les calcaires lithographiques au-dessus du coral-rag et celui-ci passant latéralement à la dolomie. Les calcaires des environs d'Ingolstadt, surtout ceux des carrières du Tettackerwald qui sont blancs, compactes, à grain fin et cristallin, en bancs épais avec des coquilles brisées (*Mytilus pernatus*, *Diceras arietina*, *Terebratula trilobata*, etc.) appartiennent au coral-rag et non au Portland-stone, comme le pense l'auteur. Dans sa coupe du Danube à Keilberg la dolomie massive apparaît au moulin de Hexenacker, s'élevant en rochers abruptes et brisés. Sous la dolomie du château de Rabenstein se montre encore le coral-rag, bientôt interrompu de nouveau par des roches magnésiennes qui à leur tour font place à un calcaire compacte. Une roche caverneuse, d'un aspect bizarre,

(1) *Loc. cit.*, p. 9 (*antè*, p. 257 et 425).

règne ensuite jusqu'à Kelheim. Dans cette région, la dolomie passe fréquemment au calcaire et réciproquement. A partir de Prünm, les calcaires en masses crevassées, rocheuses, font encore partie du coral-rag que recouvrent les calcaires blancs avec *Diceras arietina*, *Pecten æquicostatus* (1), *Mytilus pectinatus*, Sow. Les calcaires blancs cristallins des carrières d'Aue, employés en architecture et dans la sculpture, avaient été rapportés au Portland-stone par de Buch On y trouve des Térébratules assimilées aux *T. perovalis*, Sow., *trilobata*, Ziet., et *difformis*, Lam., l'*Echinus lineatus*, Gold., des crinoïdes, et des polypiers vers le bas, des *Scyphia*, des *Cnemidium*, des *Lithodendron*, etc., très répandus vers le haut. M. Röminger (2) fait remarquer que les calcaires à polypiers du Wurtemberg sont moins oolithiques que ceux de la Suisse, et il croyait alors que les Dicérates manquaient dans la partie supérieure de l'étage de ce dernier pays.

On vient de voir que M. O. Fraas (3), considérant les divers dépôts de cette partie de la formation comme des *faciès* différents, synchroniques au lieu d'être successifs, avait désigné sous le titre de *faciès des vertébrés* ceux que nous avons rapportés au groupe supérieur. Suivant cet observateur le *faciès à polypiers* appartiendrait réellement au coral-rag, et celui des *mollusques* serait l'étage du Kimmeridge-clay, conclusion assez difficile à concilier avec ce qu'on a dit ci-dessus.

En Bavière, dans la chaîne jurassique de Staffelstein à Parsberg, les dolomies ne sont pas surmontées d'autres roches jurassiques, mais de dépôts quaternaires, souvent d'immenses accumulations de sable et de cailloux (*Geschieb Sand*) que dominent çà et là, à la surface d'un plateau aride, des pointements de dolomies, tandis que cette roche, en masses continues, est à découvert le long des vallées. On a déjà dit quelle était la disposition de ces mêmes dolomies formant souvent des espèces de bassins dans lesquels s'étaient déposés les calcaires lithographiques et les couches à crustacés. Les fossiles s'observent particulièrement sur les points où la silice a minéralisé les coquilles et les polypiers, et surtout dans l'ancienne exploitation de Saint-Margaret, sur les hauteurs entre Nattheim et Heidenheim. Les polypiers qui forment les récifs sont principalement les genres

(1) Le *P. æquicostatus*, Lam., est une espèce de la craie comme la *Terebratula difformis*, Lam.

(2) *Neu. Jahrb.*, 1846, p. 293.

(3) *Loc. cit.*, p. 171 (*antè*, p. 427).

Astrée, Méandrine, Lithodendron, Anthophylle, Explanaire, Agaricie, avec des Apiocrinites et des Cidaris.

A ces masses de coraux sont quelquefois associées des Dicérates, comme aux environs de Kelheim et de Ratisbonne (1). Sur les hauteurs qui dominent les vallées du Danube, du Laaber et de la Naab, une série de calcaires d'un blanc pur, remplis de fossiles, se voit aussi accidentellement au-dessus de la dolomie. Les corps organisés les plus répandus sont : *Chama Munsteri*, Gold., *Diceras arietina*, Lam., *Terebratula inconstans*, Sow., Lima (2), *Mytilus amplus*, Sow., *Nerinea*, *Natica*, *Pterocera*. Les calcaires à Dicérates ne sont pas d'ailleurs nettement séparés des dolomies sous-jacentes. On observe entre ces deux assises des passages insensibles ; au-dessus des premiers règnent, vers l'est, les couches du grès vert à *Exogyra columba* que nous avons décrites (*antè*, vol. V, p. 309).

La comparaison que fait ensuite M. Fraas de cet étage avec la coupe de Châtel-Censoir (Yonne) n'est pas heureuse, car on a vu (*antè*, vol. VI, p. 237) qu'il régnait précisément dans cette localité une grande incertitude sur le véritable niveau des couches à polypiers. Quant à son *faciès des mollusques* il n'appartiendrait point à cette région et serait développé seulement dans le nord de l'Allemagne, en Suisse, en France, etc. C'est l'étage de Kimmeridge que nous avons trouvé partout clairement superposé au coral-rag et n'étant nulle part ce qu'on pourrait appeler un *faciès* de ce dernier, non plus qu'une modification latérale. Nous n'insisterons pas sur une méprise qui prouve seulement que le Kimmeridge-clay et même les calcaires à Astartes, tous deux si développés dans le Jura, ne paraissent pas s'étendre dans le Wurtemberg ni dans la Bavière.

M. Th. Pleininger (3) a reconnu dans le calcaire à coraux de Schnaitheim, près d'Esslingen, des restes de *Geosaurus maximus*,

---

(1) L'auteur cite (p. 172) des *Columnaria* et des *Calamopora* avec des Dicérates, par suite sans doute de quelque erreur de détermination, ces genres de polypiers appartenant au terrain de transition.

(2) C'est probablement aussi par suite de quelque méprise que nous trouvons mentionnée la *Lima gigantea* (p. 172)

(3) *Die Wirbelthierreste im Korallenkalk von Schnaitheim* (*Württemb. naturwiss. Jahresh.*, 3ᵉ année, p. 226, pl. 1, fig. 15-17, 1847).

Ag. (1), de *Lepidotus radiatus* et *lævis*, Ag., de *Sphærodus gigas*, id., de *Gyrodus Cuvieri* et *umbilicus*, id., de *Strophodus reticularis*, id., d'*Acrodus hirudo*, id., de *Notidanus Munsteri*, id., de *Lamna longidens*, id., de *Hybodus grossiconus*, id.

Ainsi malgré son importance orographique, ici comme dans le Jura, le coral-rag est loin d'atteindre la puissance et de présenter une faune aussi riche que celui de la Lorraine et de la Bourgogne. Les géologues de l'Allemagne ne nous paraissent donc pas plus fondés que ceux de la Suisse à rejeter la classification anglaise, par ce motif que, de l'autre côté de la Manche, cet étage n'atteint pas un développement comparable à celui qu'il acquiert dans leurs pays. Les autres sous-divisions, dont nous allons parler, ne justifient pas mieux l'espèce d'affectation que mettent quelques observateurs à ne pas adopter une classification qui, bien comprise, répond jusqu'à présent aux besoins de la science sur quelque point que ce soit.

Calcareous-grit inférieur.

Nous comprenons, comme précédemment, sous le nom de calcareous-grit inférieur, les assises calcaires, sableuses ou argileuses situées entre l'étage du coral-rag proprement dit et l'Oxford-clay. Il est, de même que dans le Jura, composé de plusieurs assises; il répond à l'*Oxford-clay supérieur* (texte) et au *calcaire de l'argile oxfordienne supérieure* (tableau) de M. de Mandelsloh, à une partie du coral-rag et aux couches à *Terebratula impressa*, de Buch, aux quatre divisions inférieures δ, γ, β, α, du Jura blanc inférieur et moyen de MM. Quenstedt, Fraas, et Pfizenmayer. Il y a seulement ici une composition accidentellement plus compliquée que sur d'autres points, mais qui ne peut autoriser à modifier une classification générale.

Pour M. de Mandelsloh, ce sous-étage est un ensemble de bancs calcaires compactes, blanchâtres, bleuâtres, passant à un grès foncé, peu épais, très régulièrement stratifiés, séparés par des lits de marne schisteuse de quelques millimètres d'épaisseur. Leur puissance totale varie de 100 à 200 mètres. L'auteur les rapporte au sous-étage des argiles à chailles de la Franche-Comté, et les fossiles nombreux qu'il y signale, particulièrement à Gruibingen, Münsingen, Dettingen, Donzdorf, Hauzen, Gammelshausen, Stuifenberg, Böhringen, Ganslosen, Guislingen, Wasseralfingen, Teck,

(1) *Ibid.*, 5e année, p. 252, 1848. — Voyez aussi : O. Fraas, *ibid.*, 8e année, p. 58, 1852.

Urach, etc., autoriseraient ce rapprochement, sur lequel nous reviendrons.

L. de Buch les décrit comme constituant son *Jura supérieur*, et il regarde leurs caractères généraux comme propres à l'Allemagne. Lorsqu'on remonte au nord, dans la Bavière, vers les bords du Main, cette division perd de son importance, de même que le grès brun qui est dessous, et il faut une certaine attention pour retrouver l'Oxford-clay entre Bamberg et Bayreuth. Dans ce qui vient ensuite, on reconnaît que l'auteur, dans son texte comme dans son tableau, comprend une partie du coral-rag, ce dont on peut s'assurer par la réunion qu'il fait des polypiers avec de nombreuses Ammonites; à cet égard, la coupe proposée par M. de Mandelsloh était plus nette et mieux motivée.

M. Quenstedt décrit successivement, sous le nom de *Jura blanc moyen*, les assises δ et γ de son tableau, et, sous celui de *Jura blanc inférieur*, les assises β et α. La roche des *Bancs calcaires homogènes bien stratifiés*, ou *bancs oolithiques peu épais* (δ) tend à devenir oolithique ; sa teinte est bleue, puis jaune; elle est recouverte, sur les plateaux, par les dolomies saccharoïdes et les calcaires marbres du coral-rag. Le *Belemnites hastatus* y est très répandu. On observe cette assise aux environs d'Urach, de Salmendingen, de Tuttlingen, etc.

Les *couches à spongiaires et à Terebratula lacunosa* (γ) (*Spongitenkalk*) constituent des plateaux élevés et comprennent des calcaires marneux, gris bleu, ressemblant aux marnes sous-jacentes (β). Mais ici tous les bancs sont également durs, solides, fendillés, et les fossiles, autres que les Ammonites (*planulati*), les Bélemnites canaliculées et l'*Ammonites inflatus*, y sont rares. Les *Terebratula lacunosa* et *biplicata* y abondent particulièrement, et les spongiaires y sont très variés. Ces calcaires atteignent, par places, jusqu'à 70 et 80 mètres d'épaisseur; sur d'autres points, ils sont subordonnés à d'autres calcaires, ce qui rend leur séparation difficile à tracer. Ils s'altèrent fréquemment au contact de l'air et laissent les fossiles libres à la surface du sol. Quelques bancs sont exclusivement formés de débris organiques, et la texture oolithique se remarque dans ceux qui séparent les lits de spongiaires.

M. Quenstedt y cite les nombreux spongiaires décrits et figurés par Goldfuss :

Spongites reticulatus, Gold., *texturatus*, Schloth., Gold., *clathratus*, Gold., *lamellosus*, id., *lopas*, Quenst., *ramosus*, id.,

cylindratus, id., *rugosus*, Gold., *articulatus*, id., *radiciformis*, id., *intermedius*, id., *rotula*, id., *Siphonia piriformis*, id., *Cnemidium Goldfussi*, Quenst. (*stellatum*, Gold., pl. 6, fig. 2), *stellatum*, Gold. (pl. 30, fig. 3), *rimulosum*, id., *Tragos patella*, id, *rugosum*, id., *acetabulum*, id., puis le *Pentacrinus cingulatus*, id., les *Asterias tabulata* et *scutata*, id., l'*Echinus nodulosus*, id., les *Cidaris coronatus*, id., *cylindricus*, *spinosus*, *cucumis*, les *Terebratula lacunosa*, de Buch, *nucleata*, Schloth., Ziet., *substriata*, id., id., *loricata*, id., id., *reticularis*, id., *pectunculus*, id., l'*Ostrea Römeri*, Quenst., les *Pecten subpunctatus*, Gold., *velatus* (*Spondylus*, id., Gold.), la *Natica jurensis*, Roem., le *Trochus jurensis*, Ziet., le *Pleurotomaria suprajurensis*, Roem., les *Ammonites alternans*, de Buch, *dentatus*, Rein., *inflatus*, id., *biplex*, Sow., *Reineckianus*, Quenst., *polyplochus*, Rein., l'*Aptychus problematicus*, H. von Mey., le *Nautilus aganiticus*, Schloth., le *Belemnites hastatus*, Blainv., et l'*Oxyrhina longidens*, Ag.

Nous nous bornons à renvoyer le lecteur au travail de M. Rõminger (1) pour la comparaison de cette partie de la formation en Suisse, dans le Wurtemberg et en Bavière; l'absence de détails stratigraphiques suffisants laisse beaucoup à désirer pour l'explication du gisement et de la position relative des fossiles cités souvent à profusion et sans une grande utilité pour l'intelligence du sujet.

Suivant M. Fraas, qui met les *calcaires à Scyphia* et les *bancs à Terebratula lacunosa* en parallèle avec l'assise que M. Marcou a désignée sous le nom d'*argovien* et avec les *argiles à chailles* de la Franche-Comté, ces deux assises δ et γ ou *Jura blanc moyen*, se lieraient intimement avec les assises β et α sous-jacentes, car on y trouve aussi les *Ammonites planulatus*, *flexuosus*, et le *Belemnites hastatus*. Les sédiments argileux ont prédominé surtout dans la Bavière, le Wurtemberg et la Suisse. Cet horizon serait un des plus importants de l'Allemagne, et il a contribué à la formation des bords de l'Albe actuelle.

Les *calcaires en bancs réguliers* (β Quenst.) qui viennent au-dessous sont homogènes, de teintes claires, forment des couches bien suivies et des masses rocheuses plus solides; le tout nettement séparé des calcaires argileux sous-jacents. Les calcaires à cassure conchoïde, fragiles, ne donnent point de pierres d'appareil et sont seulement employés comme moellons et pour l'empierrement des

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1846, p. 293.

routes. On n'y indique pas de fossiles caractéristiques proprement dits, quoique l'*Ammonites flexuosus* et quelques *Aptychus* y soient assez constants. Leur stratification suffit pour les distinguer des autres. Ils affectent la disposition de murailles verticales. C'est la région des sources par excellence, particulièrement des cours d'eau qui se rendent au Neckar. Quoique placés sur le versant nord-ouest de la chaîne, ces calcaires constituent une partie des plateaux élevés. A quelques lieues au sud-est, ils sont à un niveau plus bas que les étages sous-jacents, et, vers le Danube, ils occupent le fond de la vallée.

Les *calcaires argilo-marneux avec Terebratula impressa* (α Quenst.) constituent la base du sous-étage tel que nous le comprenons ici et reposent sur l'Oxford-clay. Ils sont gris, bien stratifiés et alternent avec des calcaires argileux de $0^{m},30$ d'épaisseur, très homogènes, gris de fumée clair, s'altérant facilement à l'air et offrant une surface dénudée de Hohenzollern et Heuberg à Hohenstaufen. Cette disposition s'aperçoit de très loin, et l'on peut compter plus de 100 couches mises à découvert et alternant avec des bancs marneux moins solides. Les fossiles y sont peu nombreux. A 30 mètres au-dessus de la base commencent des masses de fer brun qui étaient dans l'origine à l'état de fer sulfuré et sont remplies de fossiles siliceux (*Terebratula impressa*, Bronn, *Nucleolites granulosus*, Gold., *Ammonites alternans*, de Buch, *A. convolutus*, Schloth., *A. complanatus*, Ziet., *Rostellaria bispinosa*, Phill., *Asterias jurensis*, Gold., *Echinus carinatus*, Linn. (*Spatangus*, id., Gold) qui rappellent, par leur état de conservation, ceux que nous verrons plus bas dans l'assise à *Terebratula numismalis* du lias. Au-dessus le fer sulfuré disparaît et les fossiles sont à l'état calcaire. En même temps l'argile cesse de prédominer et les calcaires plus purs sont aussi moins altérables à l'air.

Ces deux assises α et β, qui constituent le *Jura blanc inférieur* des géologues allemands, ont une épaisseur totale de 160 mètres, qui est d'ailleurs variable. Les bancs réguliers n'en forment qu'une faible partie. M. Fraas (1) cite particulièrement la localité de Hunds-Rücken, montagne de 900 mètres de hauteur, à l'est de Balingen, sur la frontière de la Prusse et du Wurtemberg, où ce sous-étage est le mieux caratérisé. Près du village de Strichen sont des argiles de l'Oxford-clay (*Ornatenthon*), sur lesquelles viennent

(1) *Loc. cit.*, p. 168.

les calcaires gris clair avec *Terebratula impressa*. Ceux-ci alternent avec des bancs d'argile et s'élèvent jusqu'au sommet de la montagne où l'on découvre des précipices dont les parois à pic sont formées de calcaires blancs avec Ammonites (*planulati* et *flexuosi*) *Belemnites hastatus*, des dents de poissons, etc.

Comparaison du Jura blanc de l'Allemagne avec celui du nord de la France et de l'Angleterre.

Toutes les assises comprises sous la dénomination de *Jura blanc*, ou depuis les calcaires lithographiques jusqu'aux couches à *Terebratula impressa*, ont, suivant M. Quenstedt, une puissance totale de 330 mètres. M. de Mandelsloh ne l'estimait qu'à 260 ; aussi doit-on s'étonner de l'importance extrême que les géologues allemands attribuent à ces étages, comparativement à ceux qui leur correspondent à l'ouest. « Le grand développement de ce *groupe* » (*Jura blanc*), dit M. O. Fraas (p. 167), est propre au Jura de » l'Allemagne, tandis qu'en Angleterre et en France il est souvent » réduit à 30 mètres. La perte qu'éprouve la formation en Alle» magne, par l'absence de la grande-oolithe et du forest-marble, » est balancée par le développement du Jura blanc. Ce que le *Jura* » *brun* est pour la France et l'Angleterre, le Jura blanc l'est pour » l'Allemagne. Chacun d'eux, dans ces divers pays, dépasse en épais» seur les autres membres de la série jurassique. »

En ce qui concerne les systèmes de couches que nous avons étudiés jusqu'à présent, cette assertion n'est nullement fondée, et il nous suffira de rappeler que, si en Angleterre les assises correspondantes, d'épaisseur très variable, ne dépassent guère 160 à 180 mètres, en général nous voyons que, dans le bassin de la Seine, le Portland-stone, le Kimmeridge-clay et le coral-rag réunis atteignent 410 mètres d'épaisseur totale dans le département de la Meuse, 365 dans celui de l'Aube, autant dans celui de la Haute-Marne, etc., et cela sans que le groupe oolithique inférieur (*Jura brun*), dans les mêmes départements, comme dans ceux l'Yonne, de la Côte-d'Or, des Vosges et de la Meurthe, soit réduit le moins du monde. Cette compensation, invoquée par M. Fraas, est donc tout à fait imaginaire, et le développement de la série jurassique avec tous ses étages est parfaitement normal dans l'est de la France, tandis que celui du *Jura blanc* de l'Allemagne, non-seulement n'a rien d'exceptionnel, comparé à ce que l'on observe dans la Meuse, la Haute-Marne, la Côte-d'Or et le Jura, mais encore lui est inférieur. On conçoit combien, avec des données aussi inexactes, l'auteur devait éprouver de difficultés à établir le synchronisme des dépôts de ces diverses régions ; mais, lorsqu'on ramène les choses

de part et d'autre à ce qu'elles sont réellement, ces difficultés s'évanouissent.

Étage d'Oxford.

Vers le bas de l'assise précédente, le calcaire devient schisteux, marneux, et passe à des marnes d'un gris clair, reposant sur des schistes gris noirâtre, sableux, qui se délitent à l'air et qui renferment des bancs subordonnés de calcaire bitumineux, gris de fumée, où commencent à se montrer quelques oolithes. Ces couches, de 10 à 15 mètres d'épaisseur, sont réunies par M. de Mandelsloh (1) sous le nom d'*Oxford clay inférieur* et de *Bradford-clay*, l'auteur croyant y avoir reconnu un mélange de fossiles propres à ces deux étages. Mais, à en juger par les espèces qu'il cite dans la plupart des localités que nous avons indiquées, il n'en est point ainsi, la très grande majorité, surtout des Ammonites, appartenant à l'Oxford-clay et au Kelloway-rock. Un fort petit nombre, en supposant les déterminations exactes, auraient leurs analogues dans le lias. Mais l'analogie qu'on sait exister entre ces deux faunes, quoique assez éloignées dans le temps, peut expliquer l'opinion de l'auteur, sans que nous devions voir ici autre chose qu'un représentant un peu atténué de l'Oxford-clay et du Kelloway-rock.

Le tableau joint au mémoire de de Buch montre bien ces deux divisions avec leurs fossiles caractéristiques ; mais il n'en est pas question d'une manière formelle dans le texte.

Préoccupés, comme nous l'avons dit, de la teinte générale des roches, de leurs caractères pétrographiques et des formes orographiques qui en sont la conséquence, les géologues allemands font commencer leur *Jura moyen* ou *Jura brun* avec l'Oxford-clay. Les argiles et les calcaires de teintes claires qui viennent au-dessus annoncent, suivant eux, une nouvelle période, celle du *Jura blanc*. Mais, ajoute M. Fraas, en Suisse et en France il n'y a pas de limite absolue entre les *Jura brun* et *blanc* ; aussi n'adoptons-nous point cette coupe. Des considérations locales ne peuvent modifier notre manière de voir qui repose sur un principe plus général, le seul même qui ait ce caractère, la loi de distribution des corps organisés fossiles qui trouve ici son application comme partout.

L'assise désignée par M. Quenstedt (2) sous le nom d'argile à

(1) *Loc. cit.*, p. 21.

(2) *Loc. cit.*, p. 375. — Voy. aussi : A. Oppel, *Ueber einige Cephalopoden*, etc. Sur un céphalopode des argiles à *Ammonites ornatus* de Gammelshausen près de Boll (*Acanthoteuthis antiquus*) (*Württemb. Naturwiss. Jahresh.*, 12ᵉ année, p. 104, 1856).

Ammonites ornatus et à *crustacés* (*Ornatenthon* ζ) n'est rien autre que le représentant de l'Oxford-clay. On l'observe dans le district d'Hohenzollern, le long de l'Albe, de Reutling jusqu'à Teck. Dans le voisinage de Boll elle est moins développée et change de caractère. On trouve dans sa partie supérieure des nodules noirs, endurcis, qui renferment les fossiles avec de la baryte sulfatée cristallisée. Au-dessus du niveau que marque l'*Ammonites hecticus* ou *fonticola* (1) les couches sont de teintes moins foncées et plus calcarifères, les bancs marneux sont plus solides et l'on passe au sous-étage précédent. Les restes d'animaux vertébrés manquent jusqu'ici dans ce terme de la série, où ceux de crustacés sont au contraire très répandus. L'auteur y signale particulièrement :

Klytia Mandelslohi, Quenst., *Mecochirus socialis*, *Ammonites Lamberti*, Sow., *ornatus*, Schloth., *Jason*, Rein., *bipartitus*, Ziet., *polygonius*, id., *refractus*, Rein., *convolutus*, Schloth., *annularis*, Rein., *athleta*, Phill., *hecticus*, Rein., *denticulatus*, Quenst , *Bakeriæ*, Sow., *pustulatus*, Haan, *Baculites acuarius*, Quenst., *Aptychus*, *Belemnites semihastatus*, de Blainv., *Rostellaria semicarinata*, Gold., *Astarte undata*, d'Orb., *Pentacrinus astralis*, *subteres*, Gold.

Les Ammonites précédentes qui appartiennent au même horizon ne se trouvent point cependant partout ensemble (2). Ainsi les *A. ornatus* et *bipartitus* se montrent particulièrement entre Neuffen et Lochen et sur quelques autres points, mais jamais en aussi grande quantité que près de Neuhausen, de Jungingen, de Margarethausen, de Lochen, où la variété de l'*A. Jason* manque tout à fait, tandis qu'elle est très répandue près de Gammelshausen et d'Heiningen. L'*A. Lamberti* est partout assez rare, ainsi que les *A. athleta* et *Bakeriæ*.

Sous-étage de Kelloway.

M. de Mandelsloh désigne l'assise n° 7 de sa coupe sous le titre d'*oolithe ferrugineuse, gris de fumée, alternant avec des marnes schisteuses* qu'il place à la partie supérieure de son groupe de l'*oolithe inférieure et fuller's earth* et dans laquelle il signale de nombreux fossiles. L'association de plusieurs de ceux-ci pouvait paraître au moins douteuse, des espèces de l'Oxford-clay s'y trouvant

(1) Nous nous bornons à citer les espèces comme le fait l'auteur, car pour d'autres l'*A. fonticola* appartient au lias ; elle est synonyme de l'*A. comensis*, de Buch, et par conséquent différente de l'*A. hecticus*.

(2) O. Fraas, *loc. cit.*, p. 166.

avec d'autres propres à l'oolithe inférieure. Mais les espèces citées dans le *profil théorique* ne sont pas toutes les mêmes que celles de la liste (p. 24. 25), et l'on pouvait soupçonner ici quelque confusion que des recherches ultérieures ont en effet révélée. Le tableau du *Jura allemand* de de Buch indique bien le sous-étage de Kelloway caractérisé par les *Ammonites Jason*, *Kœnigi*, la *Terebratula varians*, le *Belemnites canaliculatus*, mais le texte, avons-nous dit, ne donne aucune explication à ce sujet.

Les observations plus détaillées de M. Quenstedt établissent une distinction importante dans cette assise n° 7, en faisant voir que l'*oolithe ferrugineuse* de M. de Mandelsloh constitue une couche particulière au-dessous de l'argile à *A. ornatus* de l'Oxford-clay. Par ses fossiles, de même que par sa position, elle doit être regardée, ainsi que l'a admis M. Fraas, comme le véritable représentant du Kelloway-rock; M. Quenstedt l'a comprise encore, avec la couche argileuse sous-jacente, dans sa division ε.

Cette couche qui forme la base du groupe oolithique moyen est, suivant M. de Mandelsloh, un calcaire marneux gris foncé, terreux, blanc grisâtre à l'intérieur, brun rouge à la surface, rempli d'oolithes ferrugineuses de la grosseur d'un grain de millet et renfermant en outre beaucoup de fossiles. D'après M. Quenstedt (p. 358) l'*oolithe ferrugineuse supérieure* ou à *Ammonites macrocephalus* est une couche de 3 à 4 mètres au plus d'épaisseur, d'une grande constance de caractères, depuis les bords du Rhin jusqu'à Ries Nördling. Les fossiles y sont nombreux, tout à fait différents de ceux de la seconde assise et plus encore des suivantes. On y trouve exclusivement les Ammonites de la section des *macrocephali*, l'*A. triplicatus*, Sow. dont le type se rattache aux *Ammonites planulati* du groupe oolithique moyen, la *Terebratula varians*, enfin un ensemble de formes qui montre le passage des deux groupes (*A. macrocephalus*, Schloth., *sublævis*, Sow., *platystomus*, Rein., *Belemnites canaliculatus*, etc.).

Au-dessus des argiles noires avec des fossiles silicifiés (*Ammonites Parkinsoni*, Sow., etc.), on trouve, dit aussi M. Fraas (p. 164), des calcaires durs avec *Terebratula varians*, recouverts par quelques pieds d'oolithe brun-rougeâtre avec les espèces que nous venons de citer, plus les *Ammonites bullatus*, d'Orb., *microstoma*, id., le *Belemnites latesulcatus*, d'Orb., le *Galerites depressus*, Lam. L'*A. macrocephalus* est tellement constant qu'on le trouve même lorsque la couche est réduite à quelques décimètres. En Suisse, les fossiles

de l'Oxford-clay descendent en partie dans ce banc ferrugineux. M. A. Oppel (1) le rapporte également au Kelloway-rock, mais en le comprenant encore dans son *Jura moyen* qui correspond à notre troisième groupe oolithique, et en le séparant par conséquent de l'Oxford-clay.

§ 4. — Groupe oolithique inférieur.

Si dans l'ensemble de son développement le groupe oolithique moyen du Wurtemberg et de la Bavière correspond sensiblement à ce que nous avons observé en Suisse et en France, le groupe oolithique inférieur se trouve, comme le supérieur, extrêmement atténué, au moins dans ses étages les plus élevés, et nous présentera, dans les plus inférieurs, des caractères mixtes et incertains sur des épaisseurs assez considérables encore. Si l'on se reporte à ce qui a été dit (*antè*, p. 73) des caractères généraux du même système de couches dans le Jura suisse, et surtout vers sa partie nord-est dans les cantons de Soleure, d'Argovie et de Schaffhausen, on reconnaîtra que l'Albe du Wurtemberg reproduit exactement les mêmes circonstances, et qu'à cet égard encore cette chaîne de collines est réellement la continuation nord-est du Jura.

Les caractères peu prononcés des premières assises ont pu faire croire à M. de Mandelsloh que le Bradford-clay était confondu avec le Kelloway-rock ; mais en réalité le cornsbrash, le forest-marble, le Bradford-clay, la grande oolithe et les schistes de Stonesfield n'ont dans ce pays aucun représentant direct. La série jurassique de la Souabe et de la Franconie, ajoute M. Fraas, jusque-là si complète (nous en excepterons cependant le groupe supérieur) ne l'est plus ici. Les étages qui constituent un ensemble si remarquable de roches calcaires manquent à l'est de la Forêt-Noire.

Dans le tableau de M. de Mandelsloh (*antè*, p. 420) les assises 7 à 32 nous paraissent devoir être rangées non-seulement dans le troisième groupe oolithique, mais même dans l'étage particulier de l'*oolithe inférieure* tel que nous l'avons limité. L'auteur comprend les assises 7 à 10 sous la dénomination d'*oolithe inférieure et fuller's earth*, 11 à 30 sous celle de *grès de l'oolithe inférieure ou*

(1) *Die Juraformation Englands, Frankreichs und des sudwestlichen Deutschlands*, 2e partie, p. 344, 1856. Ce n'est qu'à partir d'ici que nous mentionnons cet ouvrage, les autres livraisons qui doivent comprendre les groupes oolithiques moyen et supérieur ne nous étant point parvenues au moment où nous écrivons.

marly-sandstone, et les assises 31 et 32 appartiennent à son *lias supérieur*. Ces assises 7 à 10, après qu'on en a retranché le calcaire oolithique ferrugineux (Kelloway-rock), sont :

1. Des schistes et des marnes noires.
2. Un calcaire sableux, jaunâtre ou cendré, avec du fer hydraté réniforme, d'environ 13 mètres d'épaisseur, et renfermant aussi de nombreux fossiles dans les mêmes localités que le sous-étage de Kelloway (Wasseralfingen, Wisgoldingen, Neuhausen, Dettingen, Reichenbach, etc.)
3. Schistes bitumineux, gris noirâtre, sans fossiles, de 6 à 7 mètres.
4. Calcaire bleuâtre semblable à l'assise 7, mais sans oolithes et contenant beaucoup de fragments de coquilles. Son épaisseur est de 2^m 50, et les débris organiques qui paraissent avoir été longtemps ballotés par les eaux sont aussi percés par des Pholades. C'est le dernier dépôt calcaire de l'oolithe inférieure.

Le grès ferrugineux et le grès de l'oolithe inférieure, qui viennent au-dessous, comprennent 20 couches différentes de grès, de schistes et d'oolithes ferrugineuses alternantes; mais c'est encore par erreur, comme nous l'avons dit tant de fois, que l'auteur met le tout en parallèle avec le *marly-sandstone* de l'Angleterre. L'assise principale est composée d'un grès jaune de miel, d'une épaisseur variable, alternant plusieurs fois avec des schistes bitumineux et des couches de minerai de fer argileux à grain très fin (*Körniger Thoneisenstein*). Ces dernières, peu constantes, disparaissent souvent tout à fait. Le grès jaune seul est quelquefois très épais. Le minerai de fer existe principalement entre le cours de la Fils et le Kocher. Dans un puits d'exploitation de 42^m,50 de profondeur on a traversé 21 couches, dont 5 de minerai de fer, d'une épaisseur totale de 4 mètres, et dont deux sont exploitées : l'une à Wasseralfingen et la plus basse à Aalen. Les fossiles, assez nombreux dans ces deux localités, diffèrent essentiellement de ceux des quatre assises calcaires précédentes. L'épaisseur de ces dernières est de 30 à 40 mètres; celle des grès ferrugineux de 60 à 95, et celle de toute la série varie de 100 à 120. Mais nous abaissons la limite de l'étage ou du troisième groupe, de manière à y comprendre les assises 31 et 32, c'est-à-dire des schistes marneux et des marnes avec de nombreux fossiles (*Ammonites opalinus*, Rein. (*A. primordialis*, Ziet.), *Gervillia aviculoides*, Ziet., *Trigonia navis*, Lam., *Nucula ovalis*, Ziet., etc.).

On a vu que de Buch avait admis, dans son *Tableau du Jura de l'Allemagne supérieure, classé d'après les fossiles*, les étages dis-

tincts de l'Oxford-clay et du Kelloway-rock, mais qu'il ne s'exprimait pas dans son texte d'une manière très explicite sur la place qu'il leur assignait dans sa division ternaire ; on peut cependant induire de ce qu'il dit en commençant la description du *Jura supérieur*, qu'il les place vers le haut de son *Jura moyen*, lequel, ajoute-t-il (p. 19), est, dans toute l'Allemagne, compris entre deux assises d'argile bleue : l'inférieure, qui fait suite au lias de la plaine, et la supérieure, qui renferme quelques bancs calcaires reconnaissables à leur teinte plus claire. Il est difficile, continue-t-il, qu'un groupe géologique soit plus nettement limité. Ce qui se trouve entre ces deux assises se sépare du reste de la formation par ses fossiles comme par ses caractères pétrographiques. Ce sont surtout des grès bruns ferrugineux vers le haut, et vers le bas une argile ferrugineuse avec des grains lenticulaires. Les calcaires purs y sont très rares, excepté sur les points où les fossiles sont nombreux. On n'y trouve pas de calcaires oolithiques quoi qu'on en ait pu dire. Tout le groupe est très variable dans ses caractères pétrographiques, mais les corps organisés s'y montrent régulièrement, tandis que l'aspect général du coral-rag au-dessus, comme celui du lias au-dessous, est très reconnaissable partout. Le célèbre auteur ne s'explique pas davantage sur les divisions qu'il établit dans ce groupe ainsi limité ; son tableau en indique seulement deux qui sont, à partir du sous-étage de Kelloway : 1° l'oolithe de Bath ; 2° l'oolithe inférieure.

Cette dernière est divisée elle-même en deux assises dont les fossiles sont différents. Ceux de la plus basse sont la *Trigonia navis*, la *Cytherea trigonellaris*, la *Nucula Hammeri*, la *Cypricardia obliqua* et la *Gervillia pernoides*. Les argiles qui la composent avaient été rangées dans le lias par quelques géologues allemands, mais c'est, dit-il, une erreur que démontrent les débris organiques. Elle est essentiellement caractérisée par la *Trigonia navis*, qui s'y trouve exclusivement, tandis que les autres fossiles, qui ne descendent pas non plus dans le lias, existent partout au-dessus, tels que les *Ammonites opalinus*, *meandrus* ou *primordialis*, *Murchisonæ*, etc.

M. Quenstedt limite le *Jura brun* comme de Buch, en y comprenant l'étage d'Oxford à la partie supérieure et l'assise à *Trigonia navis* et *Ammonites opalinus* à la base. Si nous retranchons la première division (ζ et partie de ε), le reste, qui correspond à notre troisième groupe oolithique, est placé dans cinq sous-étages sub-

divisés chacun en plusieurs assises comme l'indique le tableau (*antè*, p. 423), et que nous examinerons rapidement.

ε sous-étage. L'argile que caractérise l'*Ammonites Parkinsoni* (ε' Quenst.) succède à l'oolithe ferrugineuse du Kelloway-rock. Ses gros fossiles sont à l'état de moules calcaires, les petits à l'état siliceux. Une petite Posidonomye y est répandue à profusion. Les Ammonites des sections des *falciferi* et des *coronati* y dominent. Le *Belemnites giganteus* ne s'y montre pas. Les principaux fossiles sont le *Pentacrinus subteres*, Gold., les *Astarte pumila*, Roem., *depressa*, Gold., la *Cucullæa concinna*, Phill., les *Nucula lacryma*, Sow., *ovalis*, Gold., l'*Ostrea costata*, Sow., la *Turritella echinata*, Bronn, le *Belemnites fusiformis*, Mill. (*hastatus*, Blainv.), les *Ammonites Parkinsoni*, Sow., *anceps*, Rein., *discus*, Sow., de Buch, *euryodos*, Schm., *hecticus*, Rein. (très grand). Cette seconde assise du sous-étage ε avec la première et l'Oxford-clay ζ constitue le *Jura brun supérieur* de l'auteur, et l'*Ammonites convolutus*, Schloth., serait commune au *Jura blanc*. Son *Jura brun moyen* comprend les deux sous-étages désignés par les lettres δ et γ.

On trouve toujours dans le Wurtemberg, dit aussi M. Fraas (p. 164), entre les couches à *Ammonites coronati* et celles à *A. macrocephali*, des argiles noires très développées, remplies d'Ammonites silicifiées et d'autres fossiles (*A. Parkinsoni*, *bifurcatus*, *Pholadomya Murchisoni*, *Trigonia costata*, etc.). Ces argiles pourraient être les équivalents du cornbrash et représenter également une partie de l'assise à *Ammonites coronati* qui est au-dessous, et cela parce que le cornbrash renferme des calcaires bleu grisâtre et des argiles à *Pholadomya Murchisoni*, *Ostrea Marshii*, *Mya v-scripta* et beaucoup de Térébratules. L'auteur convient que les fossiles ne plaident pas en faveur de ce rapprochement, lequel repose seulement sur la place qu'occupent les couches relativement au Kelloway-rock ou à son équivalent.

δ sous-étage. Les *calcaires marneux*, *gris bleu*, *avec des oolithes ferrugineuses vers le haut* (δ Quenst.) renferment aussi beaucoup de fossiles. M. Quenstedt distingue (p. 323) la partie supérieure, caractérisée par l'*Ostrea crista galli*, de l'inférieure, argileuse et où domine le *Belemnites giganteus*. Mais M. W. Pfizenmayer dans son tableau y établit trois assises : 1° couches à *Ammonites bifurcatus*, Ziet., *Terebratula Theodori*, Schloth., *spinosa*, Sow., *quadriplicata*, Ziet., *resupinata*, Sow. ; 2° calcaires à Ostracées avec *Ostrea crista galli*, Schloth. (*O. Marshii*, Sow.), *eduliformis*, id., *pectiniformis*, id., Ziet.

(*Lima proboscidea*, Sow.), *Trigonia costata*, Sow., *Perna mytiloides*, Lam., Ziet., *Pholadomya Murchisoni*, Sow., *fidicula*, id., *Ammonites Humphriesianus*, id., *coronatus*, Schloth., *Pleurotomaria ornata*, Defr., *Serpula limax*, Gold., *Pentacrinus crista galli*; 3° argiles à *Belemnites giganteus*, Schloth., *Nautilus* très grand, *Trigonia clavellata*, Sow. Les oolithes de la partie supérieure sont de la grosseur d'un grain de millet, rarement de celle d'une lentille. C'est dans les lits qui les renferment que les fossiles sont le plus nombreux. L'*Ostrea Knorri*, Bronn (*O. costata*, Sow.) est commune aux deux divisions ε et δ.

3e sous étage

Dans la partie sud-ouest de l'Albe les *marnes sablonneuses micacées passant vers le bas à un calcaire bleu solide* (γ Quenst.) se distinguent à peine de celles qui sont dessous, si ce n'est par quelques fossiles particuliers. Les plantes qu'on y trouve rappellent celles du *lower coal* du Yorkshire. Les calcaires, par leur teinte, leur dureté et la manière dont ils enveloppent les coquilles, rappellent beaucoup aussi le calcaire bleu du lias quoique d'une teinte plus claire. Ce sont les seules roches susceptibles d'être employées à l'entretien des routes. Les bancs ont près d'un mètre d'épaisseur, ou sont en plaques irrégulières. Les grains d'oolithes ferrugineuses y sont rares, les fossiles remontent dans le sous-étage précédent, et il ne paraît pas y avoir d'espèces exclusives à l'un ni à l'autre. Dans l'assise des marnes M. Quenstedt signale les *Mya depressa*, Sow., *v-scripta*, id., des baguettes de *Cidaris*, la *Serpula socialis*, Gold. ; dans les grès la *Trigonia clavellata*, Sow., la *Gervillia gastrochæna* ou *tortuosa*, de Buch, le *Monotis echinata* (*Avicula* id., Sow., *tegulata*, Gold.), le *Pecten demissus*, Bean, Phill.

Dans le tableau de M. Pfizenmayer la première assise est désignée sous le nom de *banc à coraux*, et l'on y trouve indiqués l'*Astræa zolleria* et d'autres espèces de ce genre, le *Belemnites breviformis*, Ziet., l'*Ammonites Sowerbyi*, Mill. et des restes de sauriens; la seconde, ou *calcaire bleu*, est caractérisée comme ci-dessus. La *Myacites Alduini*, Al. Brong. est commune aux divisions γ et δ. M. Röminger, considérant ensemble les sous-étages δ et ε, trouve qu'en Suisse, où les roches sont oolithiques, elles renferment plus de fossiles et des espèces plus variées que dans le Vorarlberg où les Ammonites seules sont abondantes.

M. O. Fraas (p. 158) rapporte le sous-étage δ à l'oolithe inférieure du Calvados et croit qu'il comprend également le fuller's earth ou la *marne vésulienne* (Marcou), tandis que le sous-étage γ

représenterait le *calcaire à Entroques* de la Bourgogne, le *calcaire lœdonien* (Marcou) et le *calcaire à polypiers* aussi de la Franche-Comté. Il s'est attaché à démontrer ces rapprochements qui ne nous paraissent nullement justifiés. Ainsi où l'auteur a-t-il pu voir l'oolithe de Bayeux au-dessus du calcaire à Entroques et du lower-coal du Yorkshire, lequel au contraire surmonte l'oolithe inférieure (1)?

1er sous-étage. Le *Jura brun inférieur* de M. Quenstedt est composé des sous-étages β et α (p. 296). Dans celui des marnes sableuses et des grès brun jaunâtres (β) caractérisés par le *Pecten personatus*, les grès très quartzeux, très colorés en brun par le fer, sont d'abord peu solides, mais ils durcissent à l'air et peuvent être employés pour les constructions. Ils présentent, réunis aux sables placés dessous, un aspect général particulier. Entre Boll et Bopfingen ces couches affleurent souvent, comme au sud-ouest sur le bord de l'Albe et le long de la chaîne en Bavière. Des couches de minerai de fer d'un rouge vif alternent avec les marnes vers le haut de la série. Partout où les grès existent ils renferment plus ou moins de fer oxydé rouge, en grains fins, semblables à de la poudre à canon, mais non oolithiques. Le minerai est exploité depuis longtemps à Wasseralfingen et donne du fer très estimé. Les fossiles sont peu variés, mais les individus sont très nombreux. Aux environs d'Aalen on peut observer les relations de cette division avec celle qui la supporte (α Quenst.) et que caractérise l'*Ammonites opalinus*.

M. Quenstedt reproduit la coupe des exploitations des environs d'Aalen que nous avons donnée d'après M. de Mandelsloh, puis il fait remarquer que les divisions du *Jura brun inférieur* ne se terminent point ici, car au-dessus du grès jaune viennent des argiles foncées de 7 mètres d'épaisseur qui n'en peuvent être séparées, puis un calcaire rougeâtre avec des grains de fer et de petits *Pecten*. On observe ce dernier sur divers points. A Aalen c'est une marne calcaire micacée, gris sale, divisée dans sa hauteur par des bancs de calcaire bleu avec des coquilles différentes et qui se trouve à la limite du *Jura brun inférieur*. On y a exploité du minerai de fer

(1) Voy. aussi Holzbauer et Fr. Sieber : *Der Ipf bei Bopfingen und seine Umgebung, ein geognost. Uebersicht.* (*mittle und oberer brauner Jura*) (*Korresp. Blatt d. zool. miner. Vereins in Regensburg*, vol. VIII, p. 37, 1853). — de Mandelsloh, sur un crustacé du Jura brun d'Heiningen (*Württemb. naturwiss. Jahresh.*, 2e année, p. 148, 1847).

près de Donzdorf. Les fossiles y sont nombreux et on peut la suivre jusqu'à Boll.

Les relations naturelles des diverses assises se modifient à la première apparition des basaltes de Eichelberg. Les grès perdent peu à peu une partie du quartz qu'ils renfermaient et se chargent d'une argile marneuse. La roche est de moins en moins solide et se divise en plaques minces, sableuses, entourées d'argile micacée. Ces marnes viennent affleurer le long de l'Albe, depuis Erms jusqu'au Rhin, et l'on ne distingue pas aisément leur limite inférieure jusqu'à ce qu'on atteigne les calcaires bleus ou l'argile à *Ammonites opalinus* placée dessous. Le *Pecten personatus* se trouve constamment dans cette série à Metzingen, Hohenzollern, Reutlingen, jusque près de Zillhausen, au sud-est de Balingen. Les bancs de minerai qui avaient cessé de se montrer reparaissent au sud-ouest d'Erms, mais sans présenter les caractères des bancs ferrugineux d'Aalen. La roche est ferrugineuse, argileuse, solide, quelquefois rougeâtre, et renferme des fragments de marne verdâtre, en bancs de 0m,30 d'épaisseur avec de petites Huîtres (*O. calceola* du minerai d'Aalen). C'est le niveau du grès brun, et l'on atteint bientôt après le calcaire bleu. Une Gryphée qu'on y rencontre est très voisine de la Gryphée arquée. Les fossiles du grès ressemblent à ceux des argiles sous-jacentes, mais ils le caractérisent néanmoins fort bien. Les exploitations de minerai ont fait découvrir une grande quantité de débris d'animaux vertébrés qui ne s'observent pas ordinairement dans ces dépôts.

M. Pfizenmayer distingue deux assises dans ce sous-étage β : la première, qu'il appelle *banc à Pecten*, renferme particulièrement les *P. personatus*, Gold., *demissus*, Phill., *lens*, Sow , l'*Ammonites discus*, id., l'*Ostrea calceola*, Ziet., l'*Isocardia concentrica*, Sow., la *Cucullæa oblonga*, id. ; la seconde, qui est formée de grès jaune avec minerai de fer, est caractérisée par l'*Ammonites Murchisonæ*, Sow., le *Nautilus lineatus*, id., les *Belemnites spinatus*, Quenst., *breviformis*, Ziet., l'*Hybodus crassus*, Ag., l'*Asterias prisca*, Gold., la *Lingula Beanii*, Phill., la *Pullastra oblita*, id., la *Mya æquata*, id., l'*Avicula elegans*, Gold., la *Modiola gibbosa*, Sow., la *Gervillia tortuosa*, Phill., la *Trigonia striata*, id., des écailles de poissons et des ossements de sauriens.

C- sous étage

La base du *Jura brun* ou de notre groupe oolithique inférieur représente parfaitement, dans le Wurtemberg et la Bavière septentrionale, le sous-étage qui occupe la même position et est caractérisé

par les mêmes fossiles en France et en Angleterre. Ce sont les *argiles noirâtres avec Ammonites opalinus* (α Quenst.) placées par quelques géologues à la partie supérieure de lias. On peut voir près d'Azelfingen le premier affleurement de ce sous-étage si important par son étendue géographique, sinon par son épaisseur. On y distingue trois assises. La plus élevée est l'*argile à Ammonites opalinus* (*Opalinusthone*) dont les nombreux fossiles sont disséminés dans des schistes tendres ou enveloppés dans des nodules. Vers le haut elle se mélange de sable micacé pour passer à l'assise précédente. Sa teinte est souvent grise et ses bancs plus solides se changent en grès (β). Les fossiles sont principalement l'*Ammonites opalinus*, Rein., la *Gervillia pernoides*, Ziet., la *Trigonia navis*, Lam., le *Cardium striatulum*, Phill., le *Venulites trigonellaris*, Schloth., les *Goniomya angulifera*, Ag., *r-scripta*, id.

. L'assise moyenne est peu épaisse et remplie de petites coquilles (Trigonies, Nucules, Pentacrines) avec l'*Ammonites lineatus*, Ziet., var., *opalinus* de très grande dimension, l'*A. opalinus*, Rein., le *Belemnites tripartitus*, Ziet., la *Nucula Hammeri*, Defr., l'*Astarte lurida*, Sow. Enfin l'assise inférieure ou à *Ammonites torulosus*, Schubl., est caractérisée par cette espèce, puis par le *Cerithium tuberculatum*, le *Trochus duplicatus*, Bronn, les *Turbo capitaneus* et *subangulatus*, les *Nucula claviformis*, Sow., *Hammeri*, Defr., et l'*Astarte Voltzii*, Gold.

Les grès ferrugineux (β) se lient intimement avec les argiles sous-jacentes (α), suivant M. Fraas, et doivent en être regardés comme la continuation, quoique les premiers s'étendent un peu plus loin que les secondes. Dans le Wurtemberg il ne paraît pas possible de tracer une limite bien exacte entre les deux divisions. Fines et onctueuses vers le bas, les argiles deviennent insensiblement micacées et sableuses vers le haut, jusqu'à ce que la roche constitue de véritables bancs de grès, alternant avec des lits argileux. C'est dans la partie nord-est du Wurtemberg que le minerai de fer est assez abondant dans le grès pour qu'on l'ait exploité depuis longtemps. Dans la vallée de la Kocher, ce sous-étage est fort épais et diminue vers le sud-ouest, sur les bords de la Wutach, comme dans le Jura suisse où les fossiles sont moins fréquents.

L'argile à *Ammonites opalinus* (α), qui forme presqu'à elle seule ce terme inférieur de la série, n'est pas bornée aux Vosges, comme le pense l'auteur, puisque nous l'avons suivie dans toute la partie orientale et occidentale du bassin de la Seine ; mais il est vrai de

dire que ce n'est, jusqu'à présent, que dans l'Alsace, le Wurtemberg et la Bavière qu'elle est caractérisée par la *Trigonia navis.* Les fossiles que de Buch appelait les *vrais mollusques allemands* ne s'y trouvent que par places. Les Ammonites de la section des *falciferi*, qui commencent à se montrer dans les couches à *Ammonites jurensis* du lias supérieur, sont ici représentées par l'*A. opalinus*, Rein., toujours associée à la Trigonie précédente, et disparaissent avec elle. Les autres fossiles que nous avons cités sont aussi accompagnés d'Ammonites de la section des *lineati*, qui sont réticulées (*A. hircinus*, Schloth., *torulosus*, Schubl.). Quant à certains synchronismes proposés par M. Fraas, nous avons dit qu'ils ne nous paraissaient point fondés.

M. A. Oppel (1) établit dans l'étage de l'oolithe inférieure du Wurtemberg cinq divisions qui correspondent, à très peu près, aux cinq sous-étages que nous venons de caractériser. Nous en donnons, d'après lui, les caractères dans le tableau suivant, ne pouvant d'ailleurs que résumer en peu de mots le grand travail non encore terminé de ce naturaliste. Une analyse plus étendue aurait d'ailleurs peu d'intérêt, et sa comparaison avec les ouvrages dont nous avons parlé sera toujours très facile, la plupart des divisions étant les mêmes.

L'auteur signale aussi (p. 467 et 471) aux environs d'Ehingen, d'Oeschingen, de Balingen, de Bopfingen et de Wasseralfingen, une couche de $0^{m},70$ à 3 mètres au plus d'épaisseur, placée entre les sous-étages à *Ammonites macrocephalus* et à *A. Parkinsoni* et qui pourrait représenter la grande oolithe; mais les fossiles qu'il y signale sont peu concluants.

Ce rapprochement fût-il exact, il n'en existerait pas moins, au-dessus de cette couche, un hiatus considérable qui prouverait que les circonstances de la sédimentation ont été modifiées dans la région de l'Albe jusqu'à l'époque du Kelloway-rock, tandis que les dépôts continuaient plus à l'ouest sans interruption, comme on l'a vu dans le Jura suisse et français, dans la Côte-d'Or, etc. D'après cette vue, il serait intéressant de déterminer l'étendue du sol de la Souabe et de la Franconie qui a dû rester émergée pendant ce laps de temps.

---

(1) *Die Juraformation Englands, Frankreichs und südwestlichen Deutschlands*, 2e partie, p. 305, 1856.

Étage	Couches	Fossiles
Étage de l'oolithe inférieure d'après M. Oppel.	Couches à *Amm. Parkinsoni.* — Argile grise avec des calcaires marneux et un banc oolithique à la base. 10 mètres.	*Ammonites subradiatus*, Sow., *oolithicus*, d'Orb , *Deslongchampsi*, id., *zigzag*, id., *Martinsi*, id., *neuffensis*, n. sp., *Parkinsoni*, Sow., *Garantianus*, d'Orb., *polymorphus*, id., *Belemnites würltembergicus*, n sp., *Dentalium entaloides*, Desl., *Purpurina Bellona*, d'Orb., *Spinigera longispina*, id., *Posidonomya Buchi*, Roem., *Terebratula carinata*, Lam., *wurttembergica*, n. sp., *Phillpisi*, Morr., *globata*, Sow., *sphæroidalis*, id., *acuticosta*, Hehl, *angulata*, Sow., *stuifensis*, n. sp. A la partie inférieure, *Ancyloceras annulatus*, Desh., sp., *Ammonites subfurcatus*, Ziet.
	Couches à *Amm. Humphriesianus.* — Argile de teintes foncées avec des bancs calcaires subordonnés et un banc de polypiers. 15 mèt.	*Ammonites Edouardianus*, d'Orb., *Blagdeni*, Sow., *Humphriesianus*, id., *linguiferus*, d'Orb., *Braikenridgi*, Sow., *Trochus monilitectus*, Phill., *Pleurotomaria Palemon*, d'Orb., *Cerithium muricato-costatum*, Munst., *Thracia lata*, n. sp., *Opis similis*, Desh., *Astarte depressa*, Munst., *Trigonia signata*, Ag., *Mytilus cuneatus*, d'Orb., *Gervillia consobrina*, id., *Perna isognomoides*, n. sp., *Hinnites abjectus*, Morr., *Ostrea flabelloides*, Lam., *Terebratula Waltoni*, Dav., *omalogastyr*, Hehl, *Cidaris anglosuevica* (*maximus*, Phill.). Les *Belemnites giganteus* et *canaliculatus*, Schloth., commencent ici. Dans les couches les plus basses sont les *Amm. Sauzei*, d'Orb., *Brocchi*, Sow., *Brongniarti*, id., *Sowerbyi*, Mill., et *Belemnites gingensis*, n. sp.
	Couches à *Amm. Murchisonæ.* — Grès, argiles et minerai de fer 30 à 35 mèt.	*Ammonites Murchisonæ*, Sow., *staufensis*, n. sp., *Belemnites spinatus*, Quenst., *Turbo gibbosus*, d'Orb., *Panopæa æquata*, id., *Leda Deslongchampsi*, n. sp., *Tancredia axiniformis*, Morr., et Lyc., *Quenstedtia oblita*, id. id., *Astarte excavata*, Sow., *Trigonia striata*, id., *tuberculata*, Ag., *Cardium substriatulum*, d'Orb., *Avicula elegans*, Munst., Gold., *Gervillia acuta*, Sow., *Ostrea calceola*, Ziet., *Lingula Beani*, Phill., *Cœlaster Mandelslohi*, d'Orb.
	Couches à *Trigonia navis.*	*Ammonites delucidus*, n. sp., *Belemnites rhenanus*, n. sp., *Panopæa rotundata*, n. sp., *Goniomya Knorri*, Ag., *Lyonsia abducta*, d'Orb., *Nucula Hammeri*, Defr., *Trigonia navis*, Lam., *similis*, Ag., *Pronoe trigonellaris*, Ag., *Lucina plana*, Ziet., *Cardium subtruncatum*, d'Orb., *Gervillia Hartmanni*, Gold., *Pentacrinus würltembergicus*, n. sp.
	Argile micacée vers le haut avec des géodes ferrugineuses ; épaisseur variable et atteignant jusqu'à 100 mèt. — *Amm. opalinus.* Couches à *Amm. torulosus.*	*Ammonites torulosus*, Schubl., *subinsignis*, n. sp., *Belemnites dorsetensis*, n. sp., *Quenstedti*, *neumarktensis*, n. sp., *Turbo capitaneus*, Munst. Gold., *subduplicatus*, d'Orb., *Palinurus*, id., *Purpurina subangulata*, n. sp., *Pterocera minuta*, d'Orb., *Alaria subpunctata*, n. sp., *Leda rostralis*, d'Orb., *Diana*, id., *Nucula Hausmanni*, Roem., *Astarte Voltzi*, id., *subtetragona*, Gold., *Trigonia pulchella*, Ag., *Posidonomya Suessi*, n. sp., *Terebratula cynocephala*, Rich.
	Lias.	Couches à *Ammonites jurensis.*

Comparaison du groupe oolithique inférieur de l'Allemagne avec celui de la France.

La différence principale qui paraît exister entre le groupe oolithique inférieur ou *Jura brun* de l'Allemagne et celui de la France, c'est que dans ce dernier pays, indépendamment de l'absence des quatre étages supérieurs, ce sont les calcaires qui dominent, tandis que dans le premier ce sont les argiles. Dans la Souabe, comme le remarque M. Quenstedt, ce groupe comprend une plus grande suite de roches que le lias ; mais, à cause de la prédominance des argiles, il y a une augmentation d'épaisseur sans une étendue considérable de surface, de telle sorte qu'on peut à peine le représenter sur une carte à une petite échelle. En France, au contraire, les calcaires du groupe oolithique inférieur constituent de vastes plaines ou des plateaux ayant six fois plus de développement que le lias. Près de Blumberg, tout le groupe forme une pente rapide de 100 mètres de hauteur ; le

sommet de la montagne appartient au groupe moyen (*Jura blanc*), et au pied s'étend le lias (*Jura noir*). Une disposition presque semblable s'observe sur le Neckar supérieur, près de Spaichingen, d'Aldingen, de Schomberg, etc. Ainsi, au commencement de l'ère oolithique se présentaient des circonstances analogues à celles qui existaient à l'origine de l'ère liasique : savoir des dépôts arénacés dans la région qui borde des montagnes de grès plus anciennes, telles que les *Peaks*, les Vosges et la Forêt-Noire. Loin de ces chaînes, dans la pleine mer jurassique, ces conditions manquaient et ces dépôts ne se montrent point ou sont représentés par quelques bancs peu importants.

Le groupe oolithique inférieur de l'Albe forme une série de couches plus puissantes que celui du lias ou Jura noir du même pays. Les assises de sa base sont plutôt noires que brunes ; mais les rognons ferrugineux jaunes et les grès brun foncé qui prédominent communiquent à tout l'ensemble une teinte générale plus brune que noire. Le profil théorique de M. de Mandelsloh donne une idée plus complète de la composition du groupe que ceux qu'on a donnés depuis, où la multitude des détails fait disparaître en quelque sorte pour le lecteur les caractères principaux de la série. Les fossiles sont tantôt remplis d'argile et bien conservés, tantôt à l'état de moules calcaires, ou bien encore en fer sulfuré et prenant à l'air une teinte brune. Sous ces divers rapports ces dépôts ressemblent à ceux du lias. La silicification des débris organiques permet néanmoins de les distinguer au premier aspect.

Les sous-étages inférieurs α et β avaient été d'abord réunis au lias et les grès désignés sous le nom de *grès supérieur du lias*, mais de Buch les associa à l'oolithe inférieure, et son exemple a été suivi par tous les géologues et les paléontologistes de l'Allemagne. M. Quenstedt, qui s'est attaché à trouver quelques analogies entre ses divisions et celles de l'Angleterre, fait remarquer qu'il est plus difficile de reconnaître, dans ce dernier pays, l'équivalent des couches à *Ammonites opalinus* que celui des autres sous-divisions ; mais il suppose que, d'après l'épaisseur du lias, elles pourraient y avoir été comprises. La *Trigonia navis*, si caractéristique en Allemagne, n'y a point été signalée ; la *Gervillia pernoides* et le *Cardium striatulum* sont cités dans le *dogger*, et non dans le lias, et, en associant ce sous-étage α à ce dernier, il faudrait, dit le savant paléontologiste, y joindre aussi le *dogger* ou l'oolithe

inférieure du Yorkshire, c'est-à-dire unir ce que la nature a profondément séparé.

De son côté M. Röminger (1), qui rapporte également ces assises au *Jura brun*, fait observer que les couches les plus élevées de l'assise inférieure (α), celles à *A. opalinus*, manquent en Suisse, où se montrent, au contraire, dans la partie nord du Jura, les couches les plus basses avec *A. torulosus*, *Nucula Hammeri* et *rostralis*, *Astarte lurida*, *Trochus duplicatus*, etc., lorsque les dislocations ont été assez profondes pour les atteindre. M. Sæmann (2) regarde encore « les Ammonites qui se trouvent dans les deux couches (α et » β) comme formant un groupe parfaitement tranché et nettement » séparé de celles de l'oolithe de Bayeux (Calvados), ainsi que de » celles du lias proprement dit, etc. » Il pense que leur réunion à l'oolithe inférieure est bien fondée, mais que M. Quenstedt aurait aussi dû y faire entrer le sous-étage supérieur du lias ζ. On comprend, d'après ce que nous venons de dire, que la coupe proposée dès 1837 par de Buch ayant été adoptée par tous les hommes compétents qui depuis lors ont écrit sur ce sujet en Allemagne, une pareille unanimité devait être du plus grand poids, à nos yeux, pour dissiper les doutes qu'auraient pu faire naître dans notre esprit quelques dissidents (Voy. *antè*, vol. VI, p. 332, 603, 702 et 707).

§ 5. — Groupe du lias.

Observations générales.

Les divisions que nous avons adoptées pour le lias, dans les pays où le groupe est le plus complexe et le mieux développé, viennent s'adapter d'une manière remarquable à celui du Wurtemberg, et rien ne sera plus facile que d'y faire rentrer les classifications proposées pour l'Albe par MM. de Mandelsloh, de Buch et Quenstedt, classifications qui s'accordent d'ailleurs aussi parfaitement entre elles. Cette conformité est la meilleure justification du parti que nous avons pris en commençant, et elle montre que nous avons saisi les caractères vraiment essentiels des sous-divisions du lias, puisqu'elles se soutiennent partout où le groupe est le plus complet dans ses éléments constituants. Or le lias du Wurtemberg a été regardé à juste titre et depuis longtemps comme l'un des meilleurs types que l'on puisse étudier.

(1) *Neu. Jahrb.*, 1846, p. 293.
(2) *Bull*, 2e série, vol. XI, p. 273, 1854.

Des 16 assises qu'y a distinguées M. de Mandelsloh (*antè*, p. 420) les numéros 33 à 40 constituent notre premier étage ; ils répondent à la *division supérieure* de de Buch, aux sous-étages ζ et ε de M. Quenstedt ; les assises 41-43 forment notre deuxième étage, la *division moyenne* de de Buch, les sous-étages δ, γ, β de M. Quenstedt ; les assises 44-46 sont comprises dans notre troisième étage ; elles appartiennent à la *troisième division* de de Buch et au sous-étage α de M. Quenstedt ; enfin les assises 47-48 représentent notre quatrième étage ou la division inférieure du groupe reposant sur les marnes irisées. Elles ne sont pas mentionnées par de Buch, et M. Quenstedt n'en fait qu'une assise inférieure de son sous-étage α. Les assises 33-43 de M. de Mandelsloh ou nos deux premiers étages forment son *lias supérieur*, et ses assises 44-48 ou nos deux seconds forment son *lias inférieur*.

Le Wurtemberg, dit ce dernier géologue (1), n'offre nulle part un profil complet de tout le lias. Dans les localités où la subdivision supérieure se montre au jour, des failles cachent le calcaire à Gryphées. Très souvent on n'aperçoit que les assises inférieures, tandis que les plus élevées ont été évidemment emportées par des dénudations. La puissance moyenne de cette première série est de 200 mètres. Il est d'ailleurs impossible de distinguer l'inclinaison des couches, parce qu'elles ne sont jamais découvertes sur une étendue assez considérable. Le lias forme une sorte de nappe qui, à partir du pied de la montagne, s'étend jusqu'à une certaine distance (2). Il constitue aussi des collines aplaties, disposées en avant des chaînes plus élevées et occupant une largeur d'environ un mille autour du massif du groupe oolithique inférieur (*Jura moyen* de l'auteur). Cette zone liasique s'étend dans tout le bassin du Neckar, et, près d'Elwangen et de Wissenberg, elle s'avance bien au delà de la surface occupée par les marnes irisées. Aux environs de Nuremberg et de Bamberg, on marche pendant plus d'une lieue, à partir du pied de la montagne, sans cesser d'être sur le lias. Il traverse le Main, forme la base des collines de Banz et cesse à Obersimmau, sur la route de Cobourg. Dans la même direction, est un lambeau de lias supérieur qui à Fechheim est adossé au muschelkalk, comme à Ober-Garnstadt bien au delà de Cobourg. Il règne aussi le long de

(1) *Loc. cit.*, p. 29.
(2) L. de Buch, *Loc. cit.*, p. 17. — Voy. aussi : Hr. v. Voith, *Jahrb.*, de Leonhard, 1836, p. 518.

la pente du Böhmerwald, et toujours caractérisé par les mêmes fossiles.

M. C. Theodori a publié, sur les couches comprises entre les marnes irisées et l'oolithe inférieure du nord de la Bavière, un travail que nous regrettons de ne pas connaître ; mais, d'après l'indication que nous trouvons dans un discours annuel de sir R. Murchison (1), nous voyons que le lias, compris entre deux assises de grès, est divisé en 46 couches différentes, caractérisées chacune par leurs roches et leurs fossiles. La partie supérieure de la série montre surtout des marnes schisteuses et bitumineuses, alternant avec des calcaires à *Monotis* et à Posidonomyes.

Plus récemment, le même géologue, dans sa description de l'*Ichthyosaurus trigonodon* (2), a donné une coupe fort instructive du lias, depuis le château de Banz, élevé de 143 mètres au-dessus du Main, jusqu'à Bamberg. Nous la reproduirons avec les divisions de l'auteur, qu'il nous serait difficile de raccorder avec les nôtres, au moins avec une certitude complète. On peut présumer cependant, d'après la distribution des fossiles, que sa première division I ou grès supérieur du lias, les argiles schisteuses supérieures sans fossiles et la première assise du calcaire supérieur du lias, jusqu'à l'assise avec Posidonomyes, *Monotis*, *Eryon* exclusivement, font encore partie de l'oolithe inférieure. Les autres assises *a*, *b*, *c*, *d*, *e* représenteraient le premier étage du lias ; l'assise n° 3 et probablement la partie supérieure du n° 4, le second ; la partie inférieure du n° 4 et le n° 5, le troisième ; et la division III ou grès inférieur du lias, le quatrième étage.

I. *Grès supérieur du lias* à grain fin avec argile et fer oxydé hydraté, de 100 mètres d'épaisseur. Beaucoup de ses fossiles seraient communs à l'oolithe inférieure, telle que la réduite l'auteur, et qui recouvre ce grès. Il cite particulièrement dans ce dernier, la *Gervillia Hartmanni*, le *Turbo paludinarius*, la *Cucullæa cancellata*, le *Lyriodon clavatus*, la *Pholadomya fidicula*.

---

(1) *Address delivered*, etc., fév. 1843, p. 34.

(2) *Beschreibung des Ichthyosaurus trigonodon*, avec un tableau synoptique des espèces d'*Ichthyosaurus de Banz*, in-f°, 4 pl. Munich, 1854. — *Neu. Jahrb.*, 1854, p. 369. — Voy. aussi : *Pterodactylen Knochen*, etc. Sur des ossements de Ptérodactyle du lias de Banz (*Gelh. anzeig. von Mitgl. der k. Bayr. Akad. Wissens.*, vol. XXXIV, p 665, 1852). — *Neu. Jahrb.*, 1852, p. 1005.

II. Lias bleu.

1. *Argile schisteuse supérieure*, sans fossiles.
2. *Calcaire supérieur du lias*, alternances de calcaire avec Posidonomyes et *Monotis*, et des schistes marneux. La roche, très bitumineuse, est remplie de fossiles. Vers le haut est une marne à Cérites avec *Ammonites sulcatus*, *Pleurotomaria ornata*, *P. granulata*, *Cerithium echinatum*, *Rostellaria subpunctata*, *Trochus rugosus*, *T. ornatus*, *Nucula Hammeri*, *Astarte excavata*. Plus bas se montrent avec les Posidonomyes et le *Monotis substriata*, l'*Eryon Hartmanni*, un *Dapedius*, la *Patella papyracea*, le *Voltzia brevifolia*, etc., distribués dans 13 couches dont les plus importantes sont :
   a. Couche à *Monotis substriata*.
   b. Marnes à *Monotis*.
   c. Calcaire à Posidonomyes (le plus inférieur).
   d. Couches avec reptiles sauriens (*Ichthyosaurus*, *Mystriosaurus*).
   e. Brèche osseuse avec fragments d'*Ichthyosaurus*, de *Mystriosaurus* et de Plérodactyles.
3. *Argile schisteuse moyenne*, de teinte foncée, massive, avec *Ammonites costatus*, *amaltheus*, *Belemnites paxillosus*, *Pleurotomaria callosa*.
4. *Calcaire inférieur du lias*, ou alternances de calcaire à Gryphées et de marnes non bitumineuses de teinte claire, avec *Plicatula spinosa*, *Terebratula numismalis*, *Spirifer Walcotii*, *Ammonites planicosta*, *Bechei*, et vers le bas, la *Gryphæa arcuata*.
5. Argile schisteuse inférieure, presque sans fossiles. L'*Ammonites Bucklandi* se montre vers le bas.

III. *Grès inférieur du lias*, brun rougeâtre ou jaune, avec des *Thallacites* qui se trouvent aussi dans le grès des marnes irisées; la *Pinna Hartmanni* est plus rare. C'est dans la couche 2*d* qu'a été découvert en 1842 l'*Ichthyosaurus trigonodon*. Les autres espèces du lias de cette localité, décrites par l'auteur, sont les *I. communis*, *tenuirostris*, id. var. *sinuata*, id. var. *microdon*, *hexagonus*, *planatus*, *crassicostatus*, *macrocephalus* et *ingens*.

Nous allons étudier actuellement, avec quelques détails, chacun des quatre étages dans lesquels viennent se ranger tous les dépôts que nous rapportons au lias du Wurtemberg et de la Bavière.

1er étage. Les *schistes supérieurs du lias* ou le *lias supérieur* de M. de Mandelsloh à partir de l'assise 33 comprennent nos étages 1 et 2; le premier composé des assises 33-40, le second des assises 41-43. Ils sont gris clair, quelquefois jaunâtres, et renferment des sphérosidérites, de grands nids d'argile, des rognons de fer hydroxydés jaunes, à structure concentrique, de la grosseur d'une noix jusqu'à celle du poing. A mesure qu'on descend, la roche devient

plus solide et gris noirâtre. Les deux étages réunis par l'auteur se composent d'une alternance de 11 assises de schistes marneux et de calcaires marneux. Les fossiles abondent ordinairement dans les marnes où les débris de sauriens et de poissons sont le mieux conservés. Les coquilles accumulées forment, par places, une sorte de conglomérat. M. de Mandelsloh cite un grand nombre d'espèces dont nous ne reproduirons ni les noms ni les chiffres, celles des deux étages y étant confondues et celles des assises 31 et 32, reportées à l'oolithe inférieure, y étant aussi comprises. De Buch, dans ses généralités, n'a pas insisté sur la répartition des espèces dans ses trois divisions, et s'est borné à les indiquer dans le tableau que nous avons reproduit.

M. Quenstedt a distingué deux sous-étages dans cette partie supérieure du lias. Le plus élevé, qui succède immédiatement aux couches à *Ammonites torulosus*, *Nucula Hammeri*, etc., comprend des marnes gris clair à *Ammonites jurensis* (ζ) et des bancs calcaires durs (p. 267). Quoique réduit quelquefois à moins de 1 mètre d'épaisseur, on le suit d'une manière continue, depuis le pied du Küssenberg, non loin du Rhin, jusqu'à Mainbruck, au-dessous du Staffalberg. Il forme, au-dessus des schistes à Posidonomyes, un banc pierreux solide, crevassé ou fendillé perpendiculairement à la stratification. Un tiers de la roche est composé d'*Ammonites jurensis*, et là où le banc se trouve seul le sol ne peut être cultivé. Les marnes qui l'accompagnent ont, par places, de 11 à 15 mètres, comme près de Balingen, d'Heiningen, de Filsthal, de Wasseralfingen, etc. Les Bélemnites y sont très répandues avec l'*Ammonites hircinus* et des espèces de la section des *falciferi*, qui déjà se montraient dans l'assise sous-jacente. Aucun des fossiles de cet horizon ne paraît remonter plus haut, et c'est ce qui le fit regarder par de Buch comme devant terminer le groupe du lias. Ses fossiles sont particulièrement : *Cyathophyllum tintinnabulum*, Gold., *C. mactra*, id., *Pentacrinus basaltiformis*, Mill., *Belemnites digitalis*, Ziet., *acuarius*, Schloth., *exilis*, d'Orb., *Ammonites jurensis*, Ziet., *radians*, Rein., *insignis*, Schubl., *hircinus*, Schloth., *sternalis*, de Buch.

(p. 213) Le second sous-étage ou les schistes à Posidonomyes (ε Quenst.) est bien caractérisé non-seulement par ses fossiles, mais encore par la masse principale de marnes bitumineuses, peu altérables, qui le composent et qui donnent à ses formes un aspect particulier. Les feuillets des schistes sont parallèles au plan des

couches et les escarpements des collines résistent bien au choc et à la destruction par les agents atmosphériques. Les bancs les plus solides (*Stinkstein*) sont ceux qui renferment le plus de fossiles. Ce sont à proprement parler des géodes allongées, de plusieurs pieds de long, qui remplacent le schiste, sont inaltérables à l'air et montrent seulement des stries parallèles à la stratification. Le fer sulfuré, disséminé en parties très fines dans toute l'épaisseur de l'assise, favorise sa division en feuillets. Le gypse est cristallisé sur les parois des fentes, et beaucoup de sources sulfureuses y prennent naissance (Boll, Aalen, Reutlingen, Hechingen, etc.). L'eau de pluie, en lavant la surface des schistes, entraîne des sulfates hydratés. La roche peut être utilisée comme combustible lorsqu'au fer sulfuré s'ajoute le bitume qui constitue jusqu'à 30 pour 100 de la masse. Par suite cependant des influences atmosphériques on remarque çà et là quelques altérations ; la roche s'enflamme et il en résulte des schistes cuits de teinte rouge, comme à Boll et à Pliensbach. Les cours d'eau qui traversent ces couches sont bordés de murailles verticales et entament au-dessous les marnes de l'étage suivant, tandis que le sommet des escarpements est formé par les schistes à Posidonomyes non altérés. Aux environs de Boll, à Ohmden, à Zell, à Holsmaden la roche se divise en plaques assez grandes pour être employées comme planches dans les lieux secs. La puissance de l'assise est quelquefois de 15 à 16 mètres, mais, dans les localités précédentes où sont de nombreuses exploitations, elle n'a que 2m,50.

La distribution des fossiles est très régulière et très constante dans chaque banc, de sorte que les ouvriers, qui sont familiarisés avec ce caractère, savent d'avance ceux qu'ils doivent rencontrer à tel ou tel niveau dans les carrières. Les plus constants sont signalés par M. Quenstedt (p. 539), mais nous croyons devoir substituer à sa liste celle du tableau de M. W. Pfizenmayer où les espèces sont réparties dans 4 assises distinctes qui sont de haut en bas:

1. Schistes tendres, gris-noir, fendillés (*Leberboden*). *Ptycholepis bollensis*, Ag., *Ammonites bollensis*, Ziet., *lythensis*, de Buch, *Belemnites digitalis*, Ziet., *tripartitus*, Schloth., *acuarius*, id., *Aptychus*, *Pecten contrarius*, de Buch, *Pentacrinus Briareus*, Mill.
2. Schiste noir avec bancs solides (*Stinkstein*), très bitumineux, non fendillé (*Bituminöse Schiefer*) avec *Lepidotus elvensis*, *semiserratus*, Ag., *Dapedius pholidotus*, *punctatus*, Ag., *politus*, id., *Hybodus reticulatus*, Ag., *pyramidalis*, *Pachycormus macropterus*, Ag., *Leptolepis Bronnii*, id., *Belonostomus*

acutus, id., *Staurostomus esocinus*, id., *Thrissops micropodius*, id., *Pholidophorus*, *Ammonites communis*, Sow., *Walcotii*, id., *serpentinus*, Rein., *heterophyllus*, Sow., *Monotis substriata*, Munst. Gold. (*Avicula*, id.), des Cycadées, des *Araucaria*, etc.

3. Schistes en dalles gris de cendre (*Fleinslager*) avec *Posidonomya Bronnii*, Ziet., *Pentacrinus subangularis*, Mill., *Inoceramus gryphoides*, Sow., *Loligo bollensis*, Ziet., *simplex*, Quenst., *Orbicula papyracea* (*Patella*, id., Bronn), *Uncina posidoniæ*.
4. Schistes en dalles foncés (*Seegrasschiefer*) avec *Belemnites paxillosus*, Schloth., *Onychoteuthis conocauda*, *Ammonites fimbriatus*, Sow., *Cidarites criniferus*, *Sphærococcites granulatus*, *Chondrites bollensis* et des bois de conifères.

Des restes d'*Ichthyosaurus* et de *Teleosaurus* s'observent dans ces quatre assises où M. Quenstedt cite encore la *Gervillia lanceolata*, Sow., l'*Eryon Hartmanni*, etc.

Les schistes bitumineux gris noirâtre ou à Posidonomyes, nettement séparés de l'étage sous-jacent, offrent dans tous les pays, dit M. Fraas (1), un bon horizon géologique. Moins développés en Suisse, ils y sont néanmoins caractérisés de même. Les restes d'animaux vertébrés sont partout fort nombreux. Les sauriens comme les poissons et les céphalopodes ont sans doute contribué par la destruction de leurs parties molles au caractère si essentiellement bitumineux de cette assise remarquable. Quoique dans le Wurtemberg les marnes calcaires jaune clair avec *Ammonites jurensis* semblent être bien distinctes des argiles noires à Posidonomyes qu'elles recouvrent, la ligne de séparation s'efface sur d'autres points et les fossiles n'offrent plus de différences sensibles.

L'*Ammonites jurensis* qui caractérise le sous-étage α disparaît en Suisse et en Alsace, excepté aux environs de Riederdorf et de Waldenburg (Bâle). Elle est rare dans le Jura, paraît manquer plus à l'ouest, tandis que l'*A. lineatus opalinus*, Quenst. s'y montre jusque dans l'oolithe inférieure. En outre, des Ammonites de la section des *lineati* (*A. cornucopiæ* et *Germaini*) y représentent l'*A. jurensis*. Dans le Wurtemberg on observe encore quelques variétés de l'*A. radians*, qui, sur beaucoup de points, caractérise aussi le lias supérieur. L'*A. aalensis* est fort répandue aux environs d'Aalen avec l'*A. radians depressus* voisine de l'*A. psilonotus*. L'*A. Walcotii* (*bifrons*, Brug.) que nous avons vue être le fossile

(1) *Loc. cit.* (*antè*, p. 428).

le plus constant et le plus répandu à l'ouest, est ici peu fréquent. Les Ammonites de la section des *planulati* sont très comprimées, et les *A. mucronatus*, *Raquinianus*, etc. du Jura français manqueraient dans le Wurtemberg pour reparaître de nouveau en Bavière. Les *Belemnites digitalis* et *acuarius* caractérisent aussi très bien les argiles à Posidonomyes, car on ne les retrouve ni au-dessus ni au-dessous. Le *Cyathophyllum mactra*, Gold. (*Tecocyathus*, id., Milne Edw. et J. Haime) appartient également à ce niveau, où manquent les Térébratules. Enfin l'auteur admet avec ses prédécesseurs que, dans la formation jurassique de l'Allemagne, le lias commence avec le sous-étage à *A. jurensis* (ζ), et que d'après toutes les considérations celui-ci doit être séparé de l'oolithe inférieure (*Jura brun*). Avec les argiles à *A opalinus*, au contraire, commence une série géologique distincte ; des fossiles nouveaux apparaissent et les relations de ce sous-étage avec le suivant (β) sont telles qu'on ne peut les séparer.

M. A. Oppel (1) a compris ce premier étage comme M. Quenstedt ; nous ne reproduirons donc pas le tableau qu'il donne de ses caractères paléontologiques (p. 196), mais nous reproduirons, d'après cet auteur, la coupe des environs de Boll qui en montre mieux la composition.

Étage	Division	Couches	Épaisseur
Ool. inf.		1. Couches à *A. torulosus*.	
1er Étage.	Couches à *A. jurensis*.	2. Deux ou trois bancs de marne solide gris clair avec argile. . . . . *Belemnites exilis*, *tricanaliculatus*, *A jurensis*, *discoides*, *sternalis*, *insignis*, *radians*, *hircinus*, *Belemn. longisulcatus*, *irregularis*	2m,30 à 3 mètr.
	Couches à Posidonomyes.	3. Schistes altérés, gris, tendres, fendilles . *Belemnites irregularis*, *tripartitus*. *Ammonites Walcotii*. *Pecten incrustatus*. *Ammonites fibulatus*.	m 2,50
		4. Banc avec *Monotis substriata*	0,05
		5. Schiste rempli de debris de sauriens et de poissons. *Belemnites acuarius*.	0,03
		6. Schiste avec *Teleosaurus*, *Ptycholepis bollensis*, *Pterodactylus banthensis*.	0,13
		7. Schiste argileux gris clair.	0,30
		8. Banc dur supérieur (*oberer Stinkstein*)	0,20
		9. Schiste avec poissons et sauriens.	0 30
		10. Dalles solides. . . . . 0,05 à	0,10
		11. Schiste feuilleté un peu altéré	0,60
		12. Banc dur inférieur (*unterer Stinkstein*) avec poissons. . . .	0,20
		13. Schistes avec géodes. *Leptolepis*..	1,60
		14. Lit avec *Pentacrinus bollensis* et sauriens.	0,20
		15. Lit de végétaux et fer sulfure.	0,05
		16. Argile gris bleu. Algues, *Spirifer*, *Belemnites papillatus* . .	0,62
		17. Couche noire en plaques. Sauriens, *Sepia*.	0,12
		18. Lit d'algues, *Acrosalenia crinifera*	0,43
2e étage.		Argiles et marnes grises à *Ammonites spinatus*.	

Paléontologie.

Aux renseignements paléontologiques qui se trouvent déjà com-

(1) *Loc. cit.*, p. 201 (voy. *antè*, p. 455).

pris dans les ouvrages dont nous venons de parler, nous ajouterons encore les suivants : Dans un livre de J. Bauhin, qui remonte à l'année 1598 et qui avait pour objet la description des eaux thermales de Boll (1), on trouve figurés des fossiles du lias de cette localité. M. G. F. Jæger (2) a publié de nombreux travaux sur les débris de reptiles de ce même point, et M. L. Agassiz (3) en a fait connaître les poissons. M. Bronn (4) a donné quelques détails sur le *Mystriosaurus* du lias, et Duvernoy (5) a fait un rapport sur un squelette de ce genre de crocodilien, découvert depuis dans les schistes de Boll. M. Young (6) a signalé une nouvelle espèce d'Ichthyosaure dans les marnes du lias de la Bavière. De Buch (7) a fait une communication sur le Gavial fossile, ainsi que M. Bronn (8) et M. Quenstedt (9). M. Murk (10) a décrit l'*Ichthyosaurus trigonodon*, de Banz, et M. Wagner (11) des vertèbres d'un *Plesiosaurus* voisin des *P. macrocephalus* et *brachycephalus*, provenant de Boll, d'Altdorf, etc., découvertes qui prouvent que ces genres ne sont pas, comme on l'a cru longtemps, exclusivement propres au lias d'Angleterre.

2e étage.

Nous rangeons dans le second étage, d'après les fossiles que cite M. de Mandelsloh, les assises 41, 42 et 43 de son profil théorique, puis la *seconde division* ou *lias moyen* du tableau de de Buch qui y correspond également, enfin les sous-étages δ, γ, β de la classification de M. Quenstedt. Ces derniers, qui ne représentent peut-être pas exactement chacune des assises de M. de Mandelsloh, sont caractérisées comme il suit :

---

(1) *Historia novi et admirabilis fontis balneique Bollensis*, etc., in-4. Montbeillard, 1598.

(2) *De Ichthyosauri speciminibus in agro Bollensi repertis*, in-f°, 2 pl. Stuttgard, 1825. — Sur les reptiles fossiles découverts dans le Wurtemberg, in-4, 6 pl. Stuttgard, 1828.

(3) *Tableau général des poissons fossiles rangés par terrains*, in-4. Neuchâtel, 1844. — *Recherches sur les poissons fossiles.*

(4) *Soc. des sc. phys. et médicales d'Heidelberg*, 1844. — L'*Institut*, 28 mai 1845, p. 196.

(5) *Compt. rendus*, vol. XXXVIII, p. 543, 1854.

(6) L'*Institut*, 31 mars et 19 mai 1842.

(7) *Acad. de Berlin*, 3 mars 1842. — L'*Institut*, 28 juill. 1842.

(8) L'*Institut*, 14 sept. 1843.

(9) *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 319. — Voy. aussi : *Sur le Pentacrinites colligatus des schistes à Posidonomyes de Holzmaden* (*Wurttemb. naturwiss. Jahresh.*, 12e année, p. 109, 1856).

(10) *Neu. Jahrb.*, 2e cah., 1844. — L'*Institut*, 21 août 1844.

(11) L'*Institut*, 29 juin 1853.

(P. 203.) Argiles foncées avec *Ammonites amaltheus* (1) (*Amaltheenthone* δ). Ce sont des couches argileuses, de teintes généralement foncées, grises à la surface par suite de leur altération à l'air. On y trouve beaucoup de géodes d'argile ferrugineuse avec blende et strontiane. Les ravins qui sillonnent les flancs des collines mettent à découvert une grande quantité de fossiles. Le tableau de M. Pfizenmayer y indique trois assises :

1° Calcaire marneux de teinte claire (niveau de l'*Ammonites costatus*, Ziet.), *Belemnites breviformis*, Ziet., *Spirifer rostratus*, Schloth., *verrucosus*, Ziet., *Terebratula subovoides*, Roem., *subdigona*, Opp., *quinqueplicata*, Ziet. ;

2° Argile noire bleuâtre (argile à *A. amaltheus* proprement dite) avec *A. amaltheus gigas*, Schloth., *heterophyllus*, Sow., *Belemnites elongatus*, Ziet., *compressus*, Blainv., *acuarius*, Schloth., *Scalaria liasica*, Quenst., *Pecten glaber*, Hehl, *Pentacrinus basaltiformis*, Mill. ;

3° Argile bleu clair (niveau de l'*A. lineatus*), *A. lineatus*, Schloth., *Belemnites ventroplanus*, Voltz, *clavatus*, Schloth., *Monotis sexcostata* (*Avicula*, id., Roem.), *Cidarites amaltheus*, Quenst., *cotyloderma*.

(P. 154.) Marnes solides grisâtres avec *Terebratula numismalis* (γ Quenst.). Vers le bas de l'assise les couches dures renferment des *Spirifer*, des Térébratules, des Bélemnites et quelques *Gryphæa cymbium*, fossile très caractéristique de ce niveau. Il n'y a point de bancs argileux, et les restes organiques sont le plus nombreux dans la partie supérieure où la roche est le plus solide. Les bancs, de 0m,30 d'épaisseur sont gris ou bleu noirâtre par places, en dalles ou en plaques offrant l'aspect d'un pavé régulier. La roche très fragile est peu altérable et les restes organiques sont difficiles à extraire. Son épaisseur est d'environ 16 mètres, et elle constitue un bon horizon géologique. M. Pfizenmayer y distingue trois assises :

1° Calcaire à *Ammonites Davœi* (*Davœikalk*) ; *A. striatus*, Rein., *maculatus*, Young et Bird, *Inoceramus nobilis*, Münst., Gold., *Monotis sexcostata* (*Avicula*, id., Roem.) ;

---

(1) L'*A. amaltheus*, Schloth. Roem., est l'*A. margaritatus*, Montf., d'Orb., l'*A. Stokesi*, Sow., l'*A. Clevelandicus*, Young et Bird. Nous lui conservons ici le nom de l'auteur allemand, à cause de son introduction dans une nomenclature sans doute très mauvaise philologiquement, mais fort usitée de l'autre côté du Rhin.

2° Marnes pierreuses, solides, gris jaunâtre avec *Ammonites natrix*, Schloth., Ziet., *ibex*, Quenst., *Valdani*, d'Orb., *Maugenesti*, id., *centaurus*, id., *latecosta*, Sow., *polymorphus*, Quenst., *Jamesoni*, Sow., *Masseanus*, d'Orb., *arietiformis*, Opp., *hybrida*, d'Orb., *pettos*, Quenst., *Taylori*, Sow., *oxynotus numismalis*, Opp.;

3° Couches à *Gryphæa cymbium* (*Cymbienbank*), *Ammonites armatus*, Sow., *Pholadomya decorata*, id., *Terebratula tetraedra*, id., *calcicosta*, *Spirifer octoplicatus*, Ziet.

Les espèces communes à ces trois assises sont les *Terebratula numismalis*, Lam., *variabilis*, Schloth., *rimosa*, de Buch, *Belemnites paxillosus*, Schloth., *clavatus*, id., *Spirifer verrucosus*, de Buch, Ziet., *Monotis inæquivalvis* (*Avicula*, id., Sow.), *Turbo heliciformis*, Ziet., *Nucula palmæ*, Sow. (1).

Ces deux sous-étages δ et γ constituent le lias moyen de M. Quenstedt, qui a été suivi en cela par la plupart des géologues allemands; mais, d'après ce que nous avons vu ailleurs, et surtout dans l'est de la France, nous y réunirons aussi le sous-étage suivant que l'auteur place dans sa division inférieure (*untere schwarze Jura*).

(P. 153.) *Argile avec coquilles silicifiées mais peu nombreuses* (β Quenst.). Ce sous étage est composé d'argiles schisteuses et de schistes argileux foncés ressemblant à des schistes de transition mais plus bitumineux, plus solides, se délitant facilement à l'air et ayant de 16 à 25 mètres d'épaisseur. Vers le bas le *Pecten textorius*, un *Thalassites*, des Térébratules et des Ammonites sont enveloppés dans des nodules siliceux noirs, gris ou brunâtres par suite de l'altération. Les *A. Turneri*, Sow., *armatus*, id., *capricornus*, Quenst. y dominent. Au-dessus vient une marne assez solide, brun noir, de trois mètres d'épaisseur, avec les *Terebratula vicinalis*, Schloth., *lagenalis*, id., le *Spirifer Walcotii*, Sow., la *Phola-*

(1) M. Fraas (*a*) regarde comme une Orthocératite (*O. liasinus*) un corps de plus de 0^m,30 de longueur sur 0^m,05 de diamètre, dont M. Kurr avait fait une alvéole de Bélemnite (*B. macroconus*) (*b*), et un autre fragment, trouvé avec le précédent dans les argiles à *T. numismalis* de Balingen, serait pour lui une Lituite (*L. liasinus*). Ces échantillons sont d'ailleurs fort incomplets. Le siphon, placé au milieu d'une étoile à quatre rayons, est plus rapproché du dos que du ventre.

(*a*) *Württemb. naturwiss. Jahresh.*, etc, vol. III, pl. 1, fig. 13, 14, p. 218, 1847.
(*b*) *Ibid.*, 1re année, p. 233, pl. 1, fig. 12, 13.

domya ambigua, id., le *Pleurotomaria anglica*, id., des Gryphées, des Nucules silicifiées, etc. Une marne argileuse, où se trouvent exclusivement les *Ammonites oxynotus*, Quenst., *raricostatus*, Ziet. ou *bifer*, Quenst., et le *Pentacrinus scalaris*, Gold., termine ce sous-étage, les marnes à *Terebratula numismalis* commençant immédiatement après. La silicification du test des coquilles peut aussi caractériser cette petite série de couches où l'intérieur des coquilles est quelquefois rempli de fer sulfuré.

M. Pfizenmayer distingue quatre assises dans ce sous-étage. Ce sont de haut en bas :

1° Banc à *Ammonites raricostatus*, Ziet. (*Raricostatenbank*) ou marne argileuse foncée avec *A. armatus densinodus* et *Pentacrinites scalaris*, Gold. ;

2° Couche à *Ammonites oxynotus*, Quenst. (*Oxynotus Lager*), avec *Ammonites bifer*, Quenst., *lacunatus*, Buckm., *Terebratula oxynoti*, Quenst., *Nucula*, *Pentacrinus*, *Gryphæa cymbium* apparaissant pour la première fois et des Bélemnites nombreuses ;

3° Banc pierreux ou calcaire marneux, gris noir, dur, avec *Pholadomya ambigua*, Sow., *Terebratula numismalis inflata*, *Spirifer tumidus*, de Buch, *Pleurotomaria anglica*, Sow., sp.

4° Argiles à *Ammonites Turneri*, Sow. (*Turnerithone*), ou argile schisteuse un peu altérée et se délitant. *Ammonites capricornus*, Schloth., *ziphus*, Ziet., *Belemnites brevis*, Blainv. Fossiles généralement peu nombreux.

Les sous-étages δ et γ se voient bien à Aschach près d'Amberg (1). Au-dessous du village sont les grès blancs et les argiles rouges des marnes irisées. Le grès du lias, quartzeux et à gros grains, occupe les hauteurs environnantes et est surmonté par un banc calcaire de 0m,60 à 1 mètre d'épaisseur, rempli de fossiles (*Gryphæa cymbium*, très grande, *Ammonites natrix*, *capricornus*, *Valdani*, *ibex*, *centaurus*, des Térébratules (*cinctæ* et *rimosæ*), des *Spirifer*, des Plicatules, des Limes, etc.). C'est la seule localité de la Bavière où se trouve cette partie du lias avec les Ammonites propres aux argiles à *Terebratula numismalis*. On n'est d'ailleurs assuré de son niveau, dit M. Fraas, que lorsqu'on a atteint les argiles bleues placées en-

---

(1) O. Fraas, *loc. cit.* p. 148. — Voy. aussi : Roman, sur la série des couches dans le Jura de la Souabe (*Württemb. naturwiss. Jahresh.* 8e année, p. 61, 1852). — Coupe du lias γ et δ, près d'Erzingen, par M. Verfasser (*ibid.*, p. 65).

core plus haut avec l'*A. costatus*, Rein., Ziet., fossile le plus important du pays, qui marque un horizon bien caractérisé sur les pentes tournées vers le Danube et les bords du canal de ce fleuve au Main, près d'Altdorf, de Bamberg et de Banz. La présence de cette coquille a permis de rapporter au *lias moyen* un banc de minerai de fer rouge situé à Keilberg, non loin de Ratisbonne. A l'est et à l'ouest de la Land-Rucker qui appartient au second groupe oolithique (*Jura blanc*), on trouve successivement les groupes 3 et 4 (*Jura brun* et *noir*). La couche à minerai de fer renferme particulièrement l'*Ammonites costatus*, le *Belemnites paxillosus*, le *Pecten æquivalvis*, les *Terebratula rimosa*, *acuta*, *vicinalis* et le *Spirifer rostratus*. Les grès sous-jacents appartiennent aux marnes irisées.

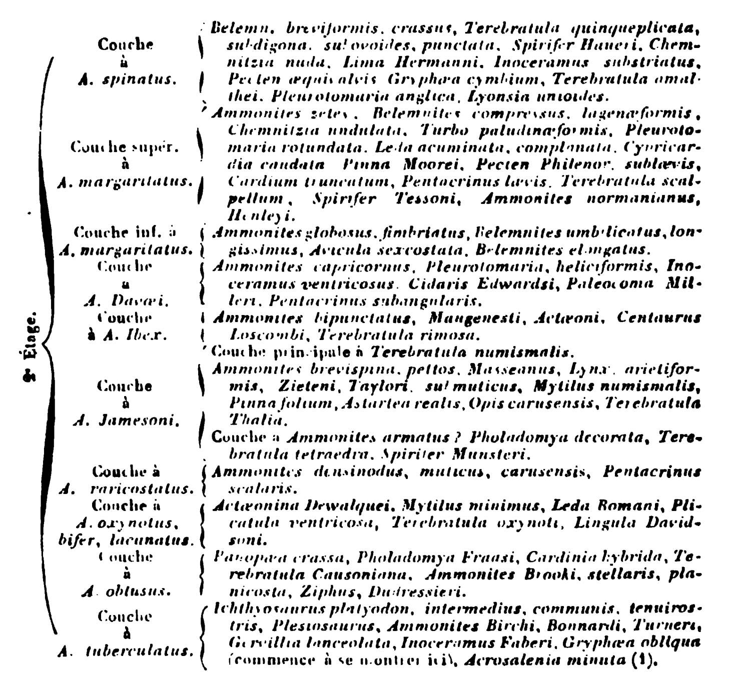
Dans le Wurtemberg la limite entre les sous-étages γ et β est bien prononcée puisqu'elle a servi à séparer le *Jura noir moyen* de l'*inférieur*. On a vu quels étaient leur composition et leurs principaux fossiles. Le développement de leurs assises est d'ailleurs très variable comme celui des corps organisés. Souvent les argiles à *Terebratula numismalis* existent seules, les autres étant excessivement réduites. Il en est de même en Suisse où presque toujours elles représentent l'étage tout entier, l'assise à *Ammonites amaltheus* étant à peine distincte.

La classification plus récente proposée par M. Oppel (1) ne diffère guère de celle du tableau de M. Pfizenmayer que par les noms des Ammonites caractéristiques que l'auteur a adoptés et dont il suffit de rétablir la synonymie, et par quelques changements peu importants. Nous la reproduirons néanmoins pour faciliter la comparaison, et en faisant comme précédemment descendre notre second étage jusqu'à la couche à *Ammonites Turneri* inclusivement. On se rappelle avec quelle précision la limite des étages deux et trois ainsi placée se dessine dans tout le bassin gallo-britannien.

Les dix assises de MM. Quenstedt et Pfizenmayer sont représentées comme il suit par M. Oppel.

---

(1) *Die Juraformation*, p. 117 et 14, 1856. — Voy. aussi Faber : Sur le Jura noir moyen ou marnes à *Terebratula numismalis* (*Württemb. naturwiss. Jahresh.*, 8e année, 1852, p. 59).



Étage	Couche	Fossiles
2e Étage.	Couche à *A. spinatus.*	*Belemn. breviformis, crassus, Terebratula quinqueplicata, subdigona, subovoides, punctata, Spirifer Haueri, Chemnitzia nuda, Lima Hermanni, Inoceramus substriatus, Pecten æquivalvis, Gryphæa cymbium, Terebratula amalthei, Pleurotomaria anglica, Lyonsia unioides.*
	Couche supér. à *A. margaritatus.*	*Ammonites zetes, Belemnites compressus, lageniformis, Chemnitzia undulata, Turbo paludinæformis, Pleurotomaria rotundata, Leda acuminata, complanata, Cypricardia caudata, Pinna Moorei, Pecten Philenor, sublævis, Cardium truncatum, Pentacrinus lævis, Terebratula scalpellum, Spirifer Tessoni, Ammonites normanianus, Henleyi.*
	Couche inf. à *A. margaritatus.*	*Ammonites globosus, fimbriatus, Belemnites umbilicatus, longissimus, Avicula sexcostata, Belemnites elongatus.*
	Couche à *A. Davæi.*	*Ammonites capricornus, Pleurotomaria, heliciformis, Inoceramus ventricosus, Cidaris Edwardsi, Paleocoma Milleri, Pentacrinus subangularis.*
	Couche à *A. Ibex.*	*Ammonites bipunctatus, Maugenesti, Actæoni, Centaurus Loscombi, Terebratula rimosa.*
	Couche à *A. Jamesoni.*	Couche principale à *Terebratula numismalis.* *Ammonites brevispina, peltos, Masseanus, Lynx, arietiformis, Zieteni, Taylori, submuticus, Mytilus numismalis, Pinna folium, Astartea realis, Opis carusensis, Terebratula Thalia.* Couche à *Ammonites armatus? Pholadomya decorata, Terebratula tetraedra, Spirifer Munsteri.*
	Couche à *A. raricostatus.*	*Ammonites densinodus, muticus, carusensis, Pentacrinus scalaris.*
	Couche à *A. oxynotus, bifer, lacunatus.*	*Actæonina Dewalquei, Mytilus minimus, Leda Romani, Plicatula ventricosa, Terebratula oxynoti, Lingula Davidsoni.*
	Couche à *A. obtusus.*	*Panopæa crassa, Pholadomya Fraasi, Cardinia hybrida, Terebratula Causoniana, Ammonites Brooki, stellaris, planicosta, Ziphus, Dudressieri.*
	Couche à *A. tuberculatus.*	*Ichthyosaurus platyodon, intermedius, communis, tenuirostris, Plesiosaurus, Ammonites Birchi, Bonnardi, Turneri, Gervillia lanceolata, Inoceramus Faberi, Gryphæa obliqua* (commence à se montrer ici), *Acrosalenia minuta* (1).

3e étage.

Le *troisième étage du lias* est caractérisé, dans le Wurtemberg et la Souabe, comme partout à l'ouest de cette région. C'est l'horizon le plus constant du groupe, et l'un des mieux tranchés de toute la formation. Sa séparation d'avec la base du second ne nous a laissé aucune incertitude, depuis les Ardennes jusque sur les pentes des Cévennes et de la Lozère, c'est-à-dire sur une étendue de plus de 200 lieues du N. au S., et ce motif nous paraît plus que

(1) Voyez aussi : A. Oppel, *Der mittlere Lias Schwaben*, avec 4 pl. de fossiles (*Würtemb. naturwiss. Jahresh.*, 10e année, p. 39, 1853). La première partie de ce travail est un essai des modifications que l'auteur se proposait d'apporter plus tard à la classification de M. Quenstedt ; la seconde, une description des fossiles du *lias moyen* (sous-étages γ et δ Quenst.), avec une liste complète des fossiles. Les espèces figurées étaient déjà connues. — O. Fraas, *Ueber die Ablagerung von Petrefakten im Jura* (*ibid.*, 12e année, p. 43, 1856). — L'auteur, après avoir compté les fragments de chaque espèce de coquilles dans une masse cube donnée de la couche à *Ammonites oxynotus*, et de celle à *A. raricosta*, en déduit les rapports du nombre des espèces.

suffisant pour persister dans notre classement et pour ne pas adopter celui des paléontologistes du Wurtemberg qui, par des considérations locales, rangent dans le *Jura noir inférieur* les quatre dernières assises du tableau précédent.

Le *lias inférieur* de M. de Mandelsloh comprend les cinq assises 44-48. La plus basse, qui repose sur les marnes irisées, est un grès brun, caractérisé par l'abondance des débris de poissons et de reptiles, d'où le nom de lit ou couche à ossements qu'on lui a donné (*bone bed*). C'est le représentant de celui que nous avons signalé occupant la même position dans le Gloucestershire, le Clamorganshire, le Devonshire, etc. (*antè*, vol. VI, p. 126), dans le département du Jura (*ibid.*, p. 698), en Alsace (*ibid.*, p. 709) et dans le Jura suisse (*antè*, p. 78). Ce banc remarquable a été compris dans les marnes irisées par M. d'Alberti, en 1834, et de Buch l'y laissa; mais M. de Mandelsloh le plaça à la base du lias où plusieurs auteurs l'ont maintenu, tandis que d'autres, comme nous le verrons tout à l'heure, sont revenus à l'opinion de M. d'Alberti.

Malgré quelque incertitude dans la coupe, nous poserons la limite des étages 3 et 4 entre les assises 44 et 45 du tableau de M. de Mandelsloh, et elle semble assez bien justifiée par les sous-divisions qu'on y a reconnues depuis.

Le troisième étage, désigné par l'auteur sous le nom de *calcaire du lias* (p. 32) ou de *calcaire à Gryphites*, se compose de bancs calcaires, gris de fumée foncé, de 0^{m},30 à 0^{m},62, alternant avec des schistes et des marnes en lits très minces, dont l'épaisseur totale est de 13 à 18 mètres. Il repose souvent sur le *grès inférieur du lias* (4e étage), surtout dans la petite région appelée Fildern, située entre Stuttgard et Tubingen. On observe quelquefois des alternances de grès et de calcaire avant que les premiers dominent tout à fait. Les Ammonites sont alors peu répandues, tandis que des fossiles qui ont les caractères d'animaux littoraux sont très nombreux et se retrouvent en partie dans le grès sous-jacent. Cette série correspond exactement au *lias inférieur* ou *troisième division* de de Buch qui y fait remarquer la prédominance des Ammonites du type des *arietes* et la rareté des Bélemnites. L'accumulation prodigieuse de la Gryphée arquée, dont tous les individus sont placés dans le même sens par rapport au plan des couches, la petite valve en dessus, donne à la surface des bancs l'aspect d'une mosaïque de coquilles. L'auteur ne mentionne rien au-dessous et regarde par conséquent la couche à ossements comme une dépendance du trias.

M. Quenstedt (p. 123), tout en distinguant deux assises dans sa division des *calcaires argileux et sableux*, les réunit sous un seul titre (α). Les calcaires bleus deviennent jaune brun par l'action de l'atmosphère et sont employés pour les routes. Vers le haut le *Belemnites brevis* est encore abondant. Le *Pentacrinus basaltiformis* forme presque des bancs entiers par la quantité de ses débris, ainsi que la *Pholadomya ambigua*. Le fer sulfuré ne se trouve que rarement et en petits nodules. Les coquilles sont recouvertes d'un enduit siliceux, sans que le test ait changé de nature, et l'intérieur est rempli de calcaire spathique ou par la roche environnante. On trouve en outre de la pyrite cuivreuse, de la barytine, de la célestine, de la blende et du fer sulfuré dans les loges des Ammonites, mais point ailleurs. L'oxyde de fer abonde aux environs de Wutach sur le Neckar supérieur où le calcaire à Gryphées arquées devient oolithique, tandis que sur d'autres points la roche est quartzeuse.

M. Pfizenmayer établit quatre assises dans cette division α de M. Quenstedt, sans y comprendre la couche à ossements qu'il réunit au trias. De ces 4 assises les deux supérieures nous paraissent appartenir au troisième étage.

La première, ou couche à Pentacrines (*Pentacrinitenbank*) comprend des schistes bitumineux, et renferme surtout le *Pentacrinus tuberculatus*, Mill., *Terebratula triplicata*, Phill., *Belemnites brevis*, Blainv., un *Cidaris* n. sp., des restes d'Ichthyosaure et de *Lepidotus*. La seconde assise ou calcaire à Gryphées arquées (*Arcuatenkalk*) comprend, outre cette ostracée, le *Spirifer Walcotii*, Sow., le *Monotis æquivalvis* (*Avicula*, id., Sow.), la *Pholadomya ambigua*, Sow., la *Pinna Hartmanni*, Ziet., les *Ammonites Bucklandi*, Sow., *rotiformis*, id., *multicostatus*, id., *spiratissimus*, Quenst., le *Nautilus aratus*, Schloth., le *Trochus anglicus*, Sow., et des bois de conifères.

M. Oppel (1) réunit le banc à *Pentacrinus tuberculatus* avec l'assise à *Ammonites tuberculatus* dont il formerait la base, et divise l'assise ou sous-étage à *A. Bucklandi* en deux parties : la *supérieure*, caractérisée par l'*A. geometricus* n. sp. avec les *A. Sauzeanus*, *Scipionianus*, *lævigatus* et le *Belemnites acutus* qui paraît pour la première fois ; l'inférieure par les *Ammonites Bucklandi*, *bisulcatus* (2),

(1) *Loc. cit.*, p. 14

(2) M. Oppel (p. 76) ne regarde point l'*Ammonites Bucklandi*, Sow., comme synonyme de l'*A. bisulcatus*, Brug., laquelle, suivant lui, serait l'*A. multicostatus*, Sow., et l'*A. multicosta*, Ziet.

sinemuriensis, *kridion*, *Conybeari*, *rotiformis*, *liasicus*, *spiratissimus*.

4e étage. La séparation du quatrième étage nous paraît ici difficile à tracer et, d'après les fossiles des deux assises qui, dans la classification de M. Quenstedt, se montrent au-dessous du niveau de l'*Ammonites Bucklandi*, il serait peut-être prudent de n'y voir encore qu'une extension vers le bas du troisième étage. C'est une question que nous laissons à décider aux géologues qui étudieront cette partie de la formation à ce point de vue, c'est-à-dire en prenant en considération l'existence d'un terme de la série que beaucoup d'entre eux ont jusqu'à présent négligé. Nous voyons à la vérité la couche à ossements de reptiles et de poissons à la base du groupe, ici, comme en Angleterre et sur quelques points du Jura, mais ce n'est que dans l'assise la plus basse que nous trouvons quelque analogie avec la faune de Kössen et de Dachstein d'une part, avec celle des environs de Lyon, de la Bourgogne, de la Normandie de l'autre. La limite que nous traçons n'est donc que provisoire et pourra être modifiée quant aux assises supérieures de l'étage.

Le *grès liasique* ou *grès supérieur du lias* de M. de Mandelsloh comprend les quatre assises 45-48 de son tableau. Ses caractères généraux lui donnent une grande ressemblance avec les roches arénacées de la base de l'oolithe inférieure ou grès ferrugineux ; aussi les a-t-on souvent confondus dans les descriptions qu'on en a données. On n'y a pas observé de minerai de fer, et les grès commencent par alterner avec les bancs calcaires. Dans le voisinage immédiat des marnes irisées les bancs arénacés renferment des restes de végétaux charbonneux. En l'absence du grès, le calcaire peu épais est presque entièrement formé de *Cardinia concinna*. Les couches horizontales ont une teinte jaune de miel ou rouge sale. Les fossiles manquent souvent dans les bancs de grès qui ont de 2 à 3 mètres d'épaisseur, et ils se trouvent amoncelés à profusion dans de petits lits subordonnés. Dans les grès le test des coquilles a disparu, mais il a été conservé dans les lits calcaires alternants. Au-dessous du calcaire à Gryphées arquées l'auteur distingue une première assise de grès de 10 mètres d'épaisseur, une assise caractérisée par des ostracées et un second grès jaune qui repose à son tour sur le grès brun à ossements.

Le grès du lias manque sur beaucoup de points, et le troisième étage repose alors sur les marnes irisées (Weinstaige près Stuttgard et dans la vallée du Neckar près de Neckarthailfingen). Le calcaire à

Gryphées arquées recouvre des argiles grises qui, aux environs de Stuttgard, de Kaltenthal et de Bebenhausen, sont supportées par un conglomérat sableux de quelques pouces d'épaisseur, quartzeux, pyritifère, rempli de coprolithes, de dents et d'écailles de poissons (*Sphærodus*, *Acrodus*, *Hybodus*, etc.). Ce lit est le représentant de la couche à ossements et le dernier rudiment du quatrième étage.

Le grès du lias est surtout développé au nord-est, entre les vallées de la Fils et de la Reme dans les Filden, aux environs de Tubingen. Il atteint sa plus grande altitude (595 mètres) près de Frickenhofen.

Quant à la puissance des diverses parties du lias, telles que M. de Mandelsloh les considère, on voit que les schistes supérieurs ont 211 mètres à Kirchheim, 170 à Bezgenried ; les calcaires et les grès 36 mètres à Uhingen, et 84 à Krettenbach. Les grès inférieurs ont 48 mètres près d'Ober-Ensingen, et 74, 70 à Uhingen. Enfin la puissance totale de tout le groupe serait de 205 à 220 mètres dans cette dernière localité.

Nous ne trouvons aucune indication du quatrième étage dans le mémoire de de Buch qui, sans doute, plaçait la couche à ossements avec les marnes irisées.

Au-dessus du grès jaune à ossements, dit M. Quenstedt (p. 123), viennent des calcaires foncés peu épais, remplis de coquilles caractéristiques du lias (*Lima gigantea*, *Thalassites Listeri*, quelques rares Gryphées arquées, des Ammonites unies, de la section des *arietes* (*A. psilonotus*), des baguettes de *Cidaris*, des Astartes, le *Pleurotomaria anglica*), puis des argiles foncées, avec des marnes à *Ammonites angulatus*, un calcaire sablonneux de 6 à 10 mètres d'épaisseur avec des fossiles bien conservés (*Thalassites concinna*) mais dans lequel les Ammonites (*arietes*) et la Gryphée arquée sont toujours très rares. Ces roches passent à un grès jaune peu solide, en bancs ou en plaques. C'est le grès du lias (assise 45 de M. de Mandelsloh) que l'on pourrait prendre pour celui des marnes irisées, quoique toujours plus tendre et plus calcarifère. L'*Ammonites angulatus*, Schloth. (*colubratus*, Ziet.), est très caractéristique de cette assise que recouvre le calcaire à Gryphées arquées du troisième étage. Les empreintes ramifiées que l'on observe à la surface des bancs sont dues à des fucoïdes.

M. Pfizenmayer distingue, au-dessous du calcaire à Gryphées arquées, deux sous-étages dans la division α de M. Quenstedt. Ce sont : 1° couches à *Ammonites angulatus*, Schloth., *Plagiostoma Hartmanni*, Gold., *Gervillia*, *Thalassites concinna*, Quenst.,

Turritella Zenkeni (*Melania*, id., Dunk.), *Helicina polita*, Sow., et d'autres moules de gastéropodes ; 2° couches à *Ammonites psilonotus*, Quenst., *Astarte complanata*, Roem., *Plagiostoma pectinoides*, Sow., *Ostrea irregularis*. Gold., *Thalassites Listeri*, Quenst., *Cidaris*, *Pentacrinus*, *Nautilus*, etc. ; puis il place les couches à ossements sous-jacentes dans les marnes irisées.

M. O. Fraas s'exprime d'une manière peu précise sur les caractères et le développement de cette partie inférieure du lias de la Souabe et de la Franconie, mais nous allons trouver dans le travail de M. Oppel et les recherches de M. Suess de quoi y suppléer.

En 1856, au commencement de son ouvrage, M. A. Oppel réunissait la couche à ossements au lias dont les trois assises, inférieures à l'horizon de l'*Ammonites Bucklandi* ou à notre troisième étage, étaient caractérisées par les fossiles suivants (p. 14).

Couche à *Amm. angulatus.*	*Chemnitzia Zenkeni, solidula, Actæonina fragilis, Littorina clathrata, Natica subangulata, Nerita liasina, Cerithium subturritella, Panopæa Galathea, Tancredia securiformis, Cardinia elongata, concinna, Mytilus nitidulus, Hillanus, Perna Gueuxi, Asterias lumbricalis, Cidaris arietis.*
Id. à *A. planorbis* et *Johnstoni*,	*Avicula Kurri, Pecten Trigeri.*
Couche à ossements.	*Microlestes, Nothosaurus, Termatosaurus, Gyrolepis, Saurichthys, Sphærodus, Ceratodus, Acrodus, Thectodus, Hybodus.*

Si nous reprenons l'examen détaillé de cette petite série en allant de bas en haut, nous trouvons le profil ci-après de l'assise inférieure, indiqué à Nellingen près d'Esslingen.

		m.
1.	Calcaire bleu avec *Ammonites planorbis* et *Johnstoni*	0,32
2.	Argile bleue	0,18
3.	Couche à ossements, gris clair, dans laquelle les dents de vertébrés sont mêlées avec de nombreuses coquilles	0,21
4.	Argile gris clair, micacée, avec des restes de végétaux charbonneux	0,16
5.	Grès dur, jaune	1,95
6.	Marnes rouges du *Keuper*.	

Les débris d'animaux vertébrés déterminés par M. Plieninger (1) et provenant de la couche à ossements de diverses localités sont :

---

(1) *Württemb. Naturw. Jahresh.*, 1847, pl. 1, fig. 3-4. — *Ib.*, 5-10. — *Beiträge zur Paleont. Württemb.*, p. 126.

Microlestes antiquus, *Nothosaurus*, *Termatosaurus*, *Gyrolepis Albertii*, *tenuistriatus*, *Saurichthys acuminatus*, *apicialis*, *breviconus*, *longiconus*, *longidens*, *Sphærodus minimus*, *Psammodus*, *Ceratodus trapezoides*, *Acrodus minimus*, *acutus*, *Thectodus glaber*, *crenatus*, *tricuspidatus*, *inflatus*, *Nemacanthus filifer*, *monilifer*, *Hybodus minor*, *cuspidatus*, *sublævis*, *attenuatus*, *orthoconus*, *aduncus*, *bimarginatus*.

Plus loin (p. 290), M. Oppel, revenant sur ce classement, par suite des observations dont nous allons parler, a descendu la couche à ossements dans le trias.

Dans la communication qu'il fit en commun avec M. E. Suess, à l'Académie impériale de Vienne, au mois de juillet 1856 (1), le même géologue a donné deux coupes prises, à partir du niveau de l'*Ammonites Bucklandi*, l'une aux environs d'Esslingen, que nous venons de rapporter et dans la couche n° 3 de laquelle sont cités les *Cardium rhæticum*, Mér., *cloacinum*, Quenst., le *Schizodus cloacinus*, id., la *Leda Deffneri*, Opp., l'*Avicula contorta*, Port., le *Mytilus minutus*, Gold., le *Pecten valoniensis*, Defr., etc.; l'autre près de Nürtingen, à 5 lieues au sud-est de Stuttgart, et qui montre de haut en bas :

		m. m.
1.	Couche d'argile, de calcaire et de grès avec *Ammonites angulatus*.	
2.	Calcaire gris avec minerai de fer (*A. planorbis*). .	0,48 à 0,64
3.	Argile jaune.	0,10
4.	Sable quartzeux, meuble, avec quelques traces du lit à ossements.	0,02 à 0,05
5.	Grès sans fossiles, blanc jaunâtre, à grain fin, avec galène et grès dur concrétionné ou noduleux.. .	2,50
6.	Grès avec quelques moules de gastéropodes (*Acteonina*, *Nerita*, etc.), *Anatina præcursor*, *Cypricardia suevica*, *Neoschizodus posterus*, *Avicula contorta*, *Mytilus minutus*, *Gervillia præcursor*, *Lima*, etc.	1
7.	Grès sans fossiles.	4
	Marnes rouges du *Keuper*.	

Des 12 espèces de coquilles signalées dans la couche à ossements

(1) *Ueber die muthmasslichen Æquivalente der Kössner Schichten in Schwaben* (*Zitzungsb. der mathem. naturw. Cl. der k. Akad. der Wissensch.*, vol. XXI, p. 535), avec 2 pl. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XIII, p. 1 (des *Notices and translations*), 1er février 1857.

de ces deux localités, 5 se retrouvent dans les couches de Kössen sur le versant nord des Alpes. A Nellingen, les coquilles immédiatement sous la couche à *A. planorbis*, sont dans un grès de 8 à 27 centimètres d'épaisseur, et à la base duquel vient le lit à ossements, comme à Neuhausen sur la Fildern, et sur le Birkengehren près d'Esslingen. A Nellingen les dents de vertébrés, quelquefois disséminées, et les ossements sont mêlés avec les coquilles. Sur d'autres points (Nürtingen) le lit coquillier est à $2^m,25$ ou $2^m,50$ au-dessous des ossements. Cependant le *Pecten valoniensis* et le *Cardium rhæticum* n'ont pas encore été trouvés dans cette position, et l'*Avicula contorta* serait la seule espèce commune aux couches inférieures et à celles de Kössen.

Les lits de coquilles signalés dès 1834, par M. d'Alberti, sous le nom de *grès fossilifère de Tübingen*, et placés par lui à la limite supérieure du Keuper, ont été observés sur d'autres points par M. Deffner ; mais ils n'existent pas constamment à la jonction du lias et des marnes irisées. Parfois le grès est tellement dur, qu'on ne peut y apercevoir que des traces charbonneuses; ou bien il est réduit à des zones siliceuses, de quelques centimètres d'épaisseur, recouvrant les marnes irisées et renfermant le lit d'ossements. Le lias se voit alors immédiatement au-dessus, et au-dessous un lit mince d'argile grise est compris dans les marnes rouges du *Keuper*.

Sans se prononcer sûr les rapports définitifs des bancs de coquilles et d'ossements qu'ils désignent provisoirement par l'expression de *couches de jonction* (*Grenzschichten*), les auteurs font remarquer que le *Cardium rhæticum*, l'*Avicula contorta* et le *Pecten valoniensis*, fossiles les plus caractéristiques de cet horizon, n'ont jamais été cités au-dessus ni au-dessous. D'un autre côté, leur présence dans les couches de Kössen tend à identifier le tout et à le placer non pas à la partie supérieure des marnes irisées comme le propose de nouveau M. Oppel, mais à la base du lias ainsi que M. E. Suess l'admet lui-même (*antè*, p. 402).

On a vu (*antè*, p. 74 et 79) que, d'après quelques géologues, le quatrième étage manquait en Suisse, tandis que, suivant d'autres, il y aurait quelques représentants. M. Röminger (1) pense que les grès, les marnes et les argiles caractérisés dans le Wurtemberg par les *Ammonites psilonotus*, *angulatus* et la *Cardinia* ou *Thalassites concinna* n'existent pas réellement en Suisse où l'on voit succéder

(1) *Neu. Jahrb.*, 1846, p. 293.

immédiatement aux marnes irisées les calcaires plus sableux qu'au nord-est, remplis d'*Ammonites Bucklandi* et d'autres *Cardinia.* Quoi qu'il en soit, dans le canton d'Argovie on retrouve l'équivalent de la couche à ossements précédente (*antè*, p. 78). La série du second étage se voit également bien dans les deux pays, et si le premier, qui comprend particulièrement les schistes à Posidonomyes, est moins développé en Suisse, on y rencontre cependant, terminant la série, une argile grise, caractérisée par les *Ammonites radians* et *jurensis*.

Nous avons parlé incidemment (*antè*, p. 155) des recherches de M. F. Braun (1) sur les plantes fossiles du lias de Culmbach près Bayreuth, dont le nombre des espèces dépasse presque celui de toutes celles qui sont connues dans le reste de la formation. De son côté, M. Kurr (2) s'était occupé des espèces du Wurtemberg, et M. Ad. Brongniart (3) a résumé avec sa profonde sagacité tout ce que l'on connaissait sur ce sujet.

Duché de Cobourg

Le lias se montre encore au delà du Main dans le duché de Cobourg. Au sud de la ville de ce nom il se rattache aux dépôts du même âge qui occupent les bords de la rivière jusqu'à Lichtenfels et à l'est il forme un lambeau assez étendu, entouré par les marnes irisées, le muschelkalk et le grès bigarré. M. C. de Schauroth (4) décrit, au-dessus des argiles rouges du trias supérieur, le *grès jaune* en bancs très développés. Ce premier terme de la série est ici un grès à gros grain, rouge clair, à ciment peu abondant, renfermant parfois des morceaux de charbon, des concrétions noduleuses et des masses consolidées par de l'oxyde de fer ; plus haut le grain est plus fin et la roche devient très solide ; elle alterne avec des lits d'argile.

Ce grès jaune, *grès à Equisetum* de M. Théodori, ou grès quartzite rapporté aux marnes irisées par M. de Strombeck, dès 1832, avait été réuni au lias par Berger. Il se relève avec le lias qui

---

(1) *Beiträge zur Petrefacten-Kunde*, etc., de Münster, fasc. VI.

(2) *Beiträge zur fossilen Flora der Juraformation Wurttembergs*. Stuttgart, 1845. — Voy. aussi : A. Schnizlein, A. Frieckingerin et H. Hauser, *Die Vegetation Verhältnisse der Jura und Keuperformation*, etc. Végétaux fossiles des marnes irisées et du Jura, aux environs de Würnitz et d'Altmühl.

(3) *Dictionn. univ. d'hist. naturelle*, vol. XIII, p. 152, 1849.

(4) *Uebersicht der geogn. Verhältn.*, etc. Coup-d'œil sur les relations géognostiques du duché de Cobourg (*Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. V, p. 4, avec carte, p. 734, 1853).

le recouvre, pour former une sorte de muraille dominant les marnes irisées. On y voit se développer le commencement d'une nouvelle flore et d'une nouvelle faune. Ainsi l'*Ammonites vericostatus* se montre dans la roche à gros grains avec une autre espèce très voisine de l'*A. polymorphus* qui se continue dans le grès à grain fin, et toutes deux restent étrangères au trias. Dans le dernier de ces grès se trouvent le *Clathropteris meniscioides* et le *Camptopteris Nilssoni*. Les végétaux de Veitlahm et de la Theta proviennent aussi de cette couche.

Au-dessus est un autre grès micacé, schisteux, en bancs minces, alternant avec des lits d'argile, puis une argile sableuse et un grès pur à grain fin avec de nombreux fossiles (*Cardinia*, *Ostrea irregularis*, *ungula*, *auricularis*, *Lima Haussmanni*, *Asterias lumbricalis*, *Pentacrinus basaltiformis*). A la partie supérieure le grès renferme des concrétions ferrugineuses solides. Un autre banc est exclusivement formé de Thalassites ou *Cardinia coburgensis*, Berger; c'est le *banc coquillier de Cobourg* signalé par de Schlotheim. Les environs de Kipfendorf, d'Einberg, etc., offrent de bons exemples de cette partie inférieure du lias. Près de Blumenrod et de Krumbach, les bancs de *Cardinia* sont particulièrement développés.

Le troisième étage, composé de marnes et de calcaires à Gryphées arquées comme près de Banz, recouvre le précédent, puis viennent des assises plus solides d'argile à *Ammonites costatus*, les schistes à Bélemnites, les calcaires bitumineux, et enfin les couches à *Monotis* avec des restes d'Ichthyosaures. Les schistes à Posidonomyes ne paraissent pas dans l'espace que comprend la carte de M. de Schauroth et l'épaisseur totale du lias de ce pays est d'environ 80 mètres.

Résumé.

Nous résumerons brièvement ici les détails assez nombreux dans lesquels nous sommes entré sur la formation jurassique de la Souabe et de la Franconie, détails que justifient l'intérêt du sujet et l'importance des travaux qui en ont traité.

Le groupe oolithique supérieur très réduit ne nous a présenté que des dépôts peu étendus, peu épais, dont les caractères pétrographiques sont très particuliers et dont la faune, aussi riche que variée, affectait cependant des caractères mixtes qui éloignent toute idée d'une vaste mer dont les eaux profondes auraient reçu des sédiments pendant une longue période. Les calcaires lithogra-

phiques de la Bavière comme les couches à crustacés du Wurtemberg et peut-être certains calcaires blancs des environs d'Ulm seraient les seuls représentants de ce premier groupe.

Dans le second, au contraire, l'étage du coral-rag avec ses sous divisions et celui de l'Oxford-clay nous offrent, dans leur puissance, la nature de leurs roches, l'association et la répartition des corps organisés, un développement comparable à ce que nous avons vu en Suisse et dans l'est de la France, mais sans que rien y vienne justifier, suivant nous, la classification ou le mode de groupement des divisions adoptées en Allemagne. Les relations générales des deux principaux étages sont sensiblement les mêmes qu'ailleurs, et le coral-rag ne domine pas davantage sur l'Oxford-clay que dans la Bourgogne, la Champagne et la Lorraine. Si, par suite de circonstances physiques ou orographiques, ses roches donnent aux paysages de l'Albe comme à ceux du Jura des formes qui tendraient à lui attribuer une plus grande importance, les faits géologiques n'autorisent point un classement différent de celui que nous avons admis pour l'Angleterre et la France où l'aspect extérieur des roches contemporaines ne frappent pas autant le regard.

Le troisième groupe oolithique est presque méconnaissable comme le premier, et il a cela de particulier que ses quatre étages supérieurs manquent presque complétement, tandis que l'inférieur, plus compliqué qu'en aucun autre point, présente cinq sous-étages, où dominent toujours les argiles, des roches arénacées avec minerais de fer et fort peu de calcaire. Les trois premiers de ces sous-étages renferment des fossiles assez différents, mais qui, dans d'autres pays, sont souvent réunis dans l'oolithe inférieure proprement dite. Les deux autres sont caractérisés comme dans le nord de la Suisse, l'Alsace, la Lorraine, la Normandie et l'ouest de l'Angleterre.

Enfin le groupe du lias, de même que le second, est tout à fait comparable à ce que nous avons vu dans ces derniers pays, pour la grandeur de son développement, les caractères de ses roches dans chaque étage et les principales associations de fossiles. Son étage inférieur, très peu puissant, nous laisse cependant quelques doutes quant à sa délimitation exacte, malgré la présence de la couche à ossements que nous avons si souvent signalée à la base de la formation, et que quelques auteurs ont rapportée au trias.

La prédominance du second et du quatrième groupe et l'atténua-

tion plus ou moins complète du premier et du quatrième sont une circonstance que nous avons déjà fait remarquer en Espagne, en Italie, dans toute la région des Alpes, et que nous retrouverons encore bien au delà. C'est ce motif qui nous fait regarder comme mal fondée en principe toute classification générale reposant sur l'étude d'un pays qui, comme la Souabe et la Franconie, n'offre pas un développement normal complet de tous les termes de la série. Il suffit de comparer le tableau que nous avons donné de la formation jurassique dans la Bourgogne, la Champagne et la Lorraine, avec celui que nous venons de présenter dans l'Albe, et qui résulte aussi d'études fort complètes, pour se convaincre de la justesse de cette observation.

Si l'on se reporte à ce que nous avons déjà fait entrevoir à la fin du chapitre précédent, on reconnaîtra que cette composition de la série jurassique de la Souabe et de la Franconie à laquelle il manque plusieurs termes, relativement à ce qu'on observe dans le Jura, la Côte-d'Or, la Normandie et l'est de l'Angleterre, est une conséquence de sa position géographique par rapport à la région des Alpes, où les perturbations incessantes, contemporaines des dépôts de cette période ont, comme on l'a vu, agi d'une manière encore plus efficace, pour troubler l'ordre si parfait qui existait à l'ouest dans le bassin Gallo-Britannien, s'étendant de la région du Jura et des Vosges jusque non loin des montagnes du pays de Galles.

APPENDICE BIBLIOGRAPHIQUE.

Beiträge zur Petrefacten-Kunde, etc., par le comte de Münster, 2e partie, 1839, 30 pl. Cette partie contient la description des crustacés décapodes macroures des calcaires schisteux de Bayreuth.

Beiträge zur Petrefacten-Kunde, etc., par M. H. von Meyer et le comte de Münster, 3e partie, 20 pl., Bayreuth, 1840 (mammifères, poissons, crustacés, mollusques).

Beiträge zur Petrefacten-Kunde, etc., par H. von Meyer, Germar, Baumeister, Althaus et le comte de Münster, 5e partie, 15 pl., Bayreuth, 1842 (reptiles, poissons, crustacés et insectes des divers terrains de l'Allemagne).

Württembergische Naturwiss. Jahreshefte, etc.

2e année, 1847, p. 154. — Note sur les minéraux contenus dans les loges des coquilles céphalopodes, par M. Quenstedt.

— *Ib.*, p. 194. — *Verzeichniss der Reptilien Württembergs*, etc. Liste des reptiles vivants et fossiles du Wurtemberg, par Th. Plieninger.

5ᵉ année, 1849, p. 259. — *Auch ein Stylolith!* par M. O. Fraas (dans les calcaires blancs à *Ammonites planulati*, *Jura blanc*, β).

— *Ib.*, p. 58. — *Untersuchung der Kalkstein Württemberg auf Alkalien und Phosphorsäure*, Sur les alcalis et l'acide phosphorique des calcaires du Wurtemberg, par T. Schram. — Voy. aussi : Notice de M. Faist, *Journ. für. prakt. Chem.*, vol. XLVII, p. 440. — *Ibid.*, p. 446. — *Ann. des mines*, 4ᵉ sér., vol. XIX, p. 252, 1851.

— *Ib.*, p 72. — Note sur le même sujet, par M. Fehling.

7ᵉ année, 1851, p. 110. — Sur *idem*, par MM. Fehling et Kurr.

8ᵉ — 1852, p. 78. — *Ueber Stylolithen*, etc., Sur les Stylolithes, les empreintes et les stries à la surface des couches, par Th. Plieninger. — Voyez aussi, pour le Muschelkalk et les couches à *Ammonites planulati* du Jura blanc, des environs d'Ulm, M. de Mandelsloh (*Ibid.*, 5ᵉ année, p. 147, 1849).

— *Ib.*, p. 69. — Tableau comprenant 6 coupes ou profils géognostiques du Wurtemberg, avec l'indication des altitudes, par MM. Dürrich et Ed. Schwarz. Ces profils, pris dans diverses directions, montrent bien les relations générales des trois divisions adoptées pour la formation jurassique du pays (*Jura blanc, brun et noir*), avec la mollasse au-dessus et les marnes irisées au-dessous. Les épaisseurs relatives des trois divisions paraissent y avoir été observées sur divers points, mais aucune sous-division n'est indiquée, ce qui d'ailleurs n'était pas nécessaire pour le but qu'on s'était proposé.

9ᵉ — 1853, p. 173. — Résultats d'un forage exécuté chez le comte de Maldeghem, à Stetten, dans la partie supérieure du district d'Ulm. On a traversé la mollasse, le Portland-stone et le coral-rag.

B. Kittel, *Skizze*, etc. — Esquisse des rapports géognostiques des environs d'Aschaffenbourg, in-4, avec carte géol. et pl. de coupes. Aschaffenbourg, 1840.

De Münster. — Lettre sur des poissons et des coquilles fossiles trouvés dans le Wurtemberg (*Neu. Jahrb.*, 1842, nº 1. — *Ann. des sciences géol.*, vol. I, p. 816, 1842).

H. von Meyer et Th. Plieninger. — *Beiträge zur Palæontologie Württembergs*, 1844.

H. von Meyer. — *System der fossilen Saurier*, etc. (*Neu. Jahrb.*, 1845, p. 278).

Id. *Jurassische und Triasische Krustazeen* (*Palæontographia*, 1854, p. 44, pl. 9, 10). *Neu. Jahrb.*, 1856, p. 364. Des 8 espèces décrites, 3 sont des calcaires lithographiques, 1 est du Jura blanc et 1 des calcaires dolomitiques.

A. Quenstedt. — *Petrefacten-Kunde Deutschlands mit besonderer Rucksicht auf Württemberg*, in-4, 1846-48.

A. Quenstedt. *Ueber Lepidotus im lias Württembergs*, in-4, Tubingen, 1848.

Id. *Zu den Belemniten*, etc. Sur quelques espèces principales de Bélemnites (*Neu. Jahrb.*, 1852, p. 641).

G. Jæger.—*Fossil-Saugthiers Württembergs*, 1835.—*Ueber*, etc. Sur une nouvelle espèce d'*Ichthyosaurus* (*Mém. des curieux de la nature*, vol. XXV).

C. L. Koch. — *Pleurotomaria solarium in Belemniten-Schichten der Lias von Kahlenfeld bei Nordheim* (W. Dunker und H. von Meyer, *Palæontographia, Beiträge z. Naturg. der Vorwelt*, vol. I, p. 174, pl. 25, 1848).

H. G. Bronn et J. J. Kaup. — *Abhandlungen über die Gavialartigen, Reptilien der Lias-Formation*, in-f°, 4 pl., avec appendice, 2 pl.

V. Voith. — Observations sur la silicification en général, et en particulier sur le changement en silice des fossiles secondaires du cercle de Ratisbonne (*Neu. Jahrb.*, 1836).

P. Mohr. —*Die Petrefacten der Trias und der Jura*, etc. Les fossiles du trias, des terrains jurassique, tertiaire et diluvien du Wurtemberg, groupés d'après leurs gisements, avec une coupe géologique, in-8, Stuttgart, 1847.

J. G. Kurr. — *Beiträge zur fossilen Flora der Jura-Formation Württembergs*, in-4, 3 pl., Stuttgart, 1845.

C. von Ettingshausen. — *Begrundung einiger neuen Order nicht genau bekannten der Lias und oolith. Flora* (*Abhandl. der k. k. geol. Reichsans.*, vol. I, avec pl.).

A. Schnizlein, A. Frickhingerin et Hauser.— *Die Vegetation Verhältnisse der Jura und Keuper-Formation in den Flussgebieten der Wornitz und Altmühl*, avec carte, in-8, Nordlingen, 1848.

H. R. Göppert.— *Ueber den gegenwärtigen Zustand der Kenntniss fossil-Pflanzen* (*Neu. Jahrb.*, 1845, p. 404).

L. Wieneberger. — *Geognostische Beschreibung des Bayerischen und Neuburger-Waldes*, in-8, avec carte et profils, Passau, 1852.

Gotl. Zimmermann. *Das Juragebirge in Franken*, etc. La chaîne du Jura, de la Franconie et du Palatinat supérieur, particulièrement près de Muggendorf, in-8, Erlangen, 1843.

Hehl. — *Geognostischen Verhaltnisse von Württemberg*, avec carte géologique.

Volti.—*Die Geognostischen Verhältnisse von Passau*, etc. Rapports géologiques des environs de Passau, des montagnes de la Bavière et de celles de la Bohême (*Correspondenz-Blatt d. zool. miner. Vereins von Regensburg*, 1847, p. 29, 44 et 79).

De Mandelsloh. — Sur la dolomie, le Portland-stone et le coral-rag de l'Albe du Wurtemberg (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 568).

CHAPITRE VII.

FORMATION JURASSIQUE DES COTES DE LA BALTIQUE.

Scanie.

En traitant des dépôts quaternaires du nord de l'Europe et particulièrement de ceux qui couvrent les vastes plaines des rives de la Baltique (*antè*, vol. II, chap. 1), de même qu'en décrivant les dépôts tertiaires qui affleurent çà et là au-dessous des précédents, et souvent s'en distinguent difficilement (*ibid.*, p. 844-855) (1), nous avons fait voir combien la disposition du sol de toute cette basse région était peu favorable aux affleurements des roches de sédiment plus anciennes. La formation crétacée ne se montre en effet que sur quelques points, dans les îles du Danemark oriental, à la pointe de la Scanie, sur les côtes opposées de la Poméranie suédoise et des îles qui la bordent, enfin, dans quelques localités plus circonscrites du Mecklembourg et du Holstein (*antè*, vol. V, chap. 6). On pouvait donc prévoir que les couches jurassiques s'y présenteraient d'une manière encore moins suivie, et c'est ce qui a lieu.

Nous avons déjà parlé des grès avec des empreintes de plantes et du charbon, qui s'observent à Landskrone, à l'extrémité sud de la Scanie (*antè*, vol. V, p. 176). Ces grès avaient été à la vérité rapportés au lias, mais nous avons dû les mentionner, parce que ce rapprochement ayant été fait d'après la seule considération des plantes qu'ils renferment, celles-ci n'avaient pas paru suffisantes à tous les observateurs, pour qu'on se prononçât définitivement sur leur âge.

Sur la carte géognostique de la partie méridionale de la Suède (2), Hisinger indique ce lambeau de grès s'étendant le long de la côte, au nord-ouest de Landskrone à Höganäs, et l'a marqué comme du lias, conformément à ce que M. Ad. Brongniart avait déduit de

(1) En 1849, époque de la publication du t. II de l'*Histoire des progrès de la géologie*, la connaissance des dépôts tertiaires du nord de l'Allemagne était encore peu avancée; depuis lors de nombreux et importants travaux ont été écrits sur ce sujet, et nous les trouvons résumés en quelque sorte dans le mémoire de M. Beyrich, sur la série tertiaire du nord de l'Allemagne (*Mém. de l'Acad. de Berlin*, 1855), traduit par MM. G. Dewalque et Gindorff, Liége, 1856.

(2) 1 feuille, 1835.

l'examen des végétaux (1). MM. Nilsson, Forchhammer et Murchison (2) ont aussi réuni les grès à empreintes de Höganäs à ceux de Hör, dont les plantes avaient été décrites et figurées par MM. Nilsson (3), Agardh (4), Hisinger (5) et E. Braun (6). Sur la carte géologique de l'Europe de M. de Dechen, le lambeau de lias de Landskrone à Höganäs est représenté, mais celui de Hör, situé plus à l'est, et comme isolé au milieu de la péninsule, a été omis. On en voit un autre assez considérable, occupant tout le côté méridional de l'île de Bornholm. D'après la *Carte de la Russie d'Europe* (7) c'est sur la côte nord-ouest de cette île que se trouveraient ces dépôts divisés en deux par un lambeau crétacé, tandis que la côte du sud serait composée de roches presque exclusivement crétacées. Cette dernière disposition a été adoptée par M. J. Durocher (8). D'un autre côté, ce géologue a colorié comme jurassique, d'après des documents que nous ne connaissons pas, tout le *substratum* des environs de Copenhague, ainsi que l'île allongée qui est au milieu du détroit, là où nous pensions qu'il n'existait que des dépôts crétacés, et au-dessous un calcaire compacte dont l'âge n'avait pas encore été déterminé (*antè*, vol. V, p. 180-181). La carte géologique de l'Europe, publiée en 1856 par sir R. Murchison et M. Nicol, est en effet conforme à cette dernière manière de voir, mais elle n'indique plus de dépôts jurassiques dans l'île de Bornholm, où un seul lambeau crétacé repose au sud-ouest sur le terrain de transition (9). Sur l'admirable travail que terminait André Dumont (10) lorsque la mort est venu le frapper, et que nous recevons comme un précieux souvenir de la part de sa veuve au moment même où cette feuille s'im-

---

(1) *Ann. des sciences naturelles*, 1825. — *Hist. des végétaux fossiles*, vol. I. — *Diction. univ. des sc. natur.*, vol. XIII, p. 152, 1849.

(2) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, 1er fév. 1847.

(3) *K. Vetensk. Acad. Handlingar*, 1831.

(4) *Ibid.*, 1823.

(5) Esquisse d'un tableau des pétrifications de la Suède, Stockholm, 1831. — *Lethæa suecica*, 1837.

(6) *Beiträge zur Petrefact.*, fasc. 6, p. 11

(7) Par MM. Murchison, Ed. de Verneuil et de Keyserling, 1845.

(8) *Mém. Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. VI, 1855-56.

(9) Voy. sur les couches secondaires de Bornholm, *antè*, vol. V, p. 185.

(10) *Carte géologique de l'Europe*, oct. 1857; Em. Noblet, Ed. Paris et Liége. — Un premier essai de cette carte avait été exposé au palais de l'Industrie, en 1855.

prime, on voit le lambeau jurassique de l'île de Bornholm occupant aussi la côte sud-ouest et la craie seule régner autour de Copenhague.

Suivant M. Durocher (1) la pointe de Kullen, qui borde l'entrée du Sund au nord-ouest, est l'extrémité d'une petite chaîne granitique qui traverse la Scanie de l'O.-N.-O. à l'E.-S.-E., en se prolongeant vers la Baltique dans cette dernière direction. Le long de la dépression située au pied sud de cette chaîne et s'appuyant à l'est sur les roches siluriennes, se sont accumulées des couches alternes de grès, d'argile schisteuse, passant souvent les unes aux autres et ressemblant assez, par leurs caractères minéralogiques, aux marnes irisées. Des lits de charbon y sont subordonnés. Quelques empreintes de poissons et des dents de Squales y ont été observées. Les plantes sont celles que nous avons déjà citées (*antè*, vol. V, p. 176-177) (2). Par suite de dénudations très énergiques que ces couches ont éprouvées, il ne reste plus aujourd'hui que deux lambeaux : l'un, formant la côte nord-ouest du Sund, au nord et au sud d'Helsingborg, entre Höganäs ou la pointe granitique de Kullen et Landskrone ; l'autre, au nord du lac Ring, immédiatement au sud du 56ᵉ degré de latitude, c'est celui de Hör.

L'existence de la houille n'a été constatée que dans le premier, au nord d'Helsingborg. Les couches peu épaisses sont exploitées depuis un demi-siècle, et fournissent annuellement 250 mille hectolitres de combustible. C'est une houille maigre, présentant des variétés schisteuses ou compactes, d'un beau noir, à cassure conchoïde, brillante, et qui est employée à divers usages La partie exploitée de ce dépôt offre de haut en bas :

1. Sable, gravier, galets et blocs quaternaires.	4 à 5m
2. Grès et argiles schisteuses alternant.	50 à 70
3. Couche charbonneuse dont un tiers seulement est à l'état de houille (18 à 20 centim.).	1m,50
4. Argile schisteuse, gris foncé, reconnue jusqu'à la profondeur de 80 mètres au-dessous du n° 3.	

(1) *Loc. cit.*, p. 190, 1856.

(2) M. Daubrée (*a*) a examiné des fragments de charbon de bois provenant des grès à empreintes végétales de Hör, et il a reconnu dans leur cendre une grande quantité de cristaux de quartz microscopiques, prismatiques, bipyramidaux. Ce savant pense que le charbon a dû absorber une dissolution de silicium dont la silice se sera séparée en cristallisant, de même que d'autres charbons ont été pénétrés par du carbonate de fer, de la chaux, du manganèse, de la magnésie, etc.

(*a*) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. III, p. 156, 1846.

Les couches courent régulièrement de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O., plongeant de 5° à 6° au S.-E. Elles ont environ 2500 mètres dans le sens de leur direction, mais elles sont beaucoup plus étendues parallèlement à la côte, car des sondages exécutés entre Höganäs et Helzingborg ont atteint des couches de houille à une profondeur trop grande pour en permettre l'exploitation avec avantage. Non loin de la plage, les couches sont interrompues par une faille qui court N.-N.-O., S.-S.-E., parallèlement à celle-ci et perpendiculairement au plan de stratification. Cette faille a abaissé tout le système de plus de 170 mètres, car les sondages, poussés jusqu'à 230 mètres à travers des grès et des argiles schisteuses, n'ont pas atteint les lits de charbon qui, de l'autre côté de la faille, ne sont qu'à 60 mètres de la surface du sol. Aucun débris de coquille, d'échinide, ni de polypier n'est encore venu confirmer les déductions tirées de l'étude des végétaux fossiles de ces couches (1).

Ile d'Helgoland.

En face de l'embouchure de l'Elbe et du Weser, la petite île d'Helgoland offre, sous un puissant dépôt quaternaire, un curieux spécimen des trois formations secondaires. On y a déjà vu mentionnées les couches crétacées (*antè*, vol. V, p. 190); quelques couches oolithiques et du lias, dit M. Wiebel (2), sont placées entre les précédentes et les derniers rudiments du muschelkalk observés dans cette direction. Dans un ouvrage qu'il a publié récemment sur la géologie de la plaine septentrionale de l'Allemagne, M. Girard signale sur la côte orientale de l'île une série de couches plongeant régulièrement au N.-E. ou à l'E.-N.-E. et représentant, au-dessus du grès bigarré, le muschelkalk, le *Jura moyen*, l'argile de Hils ou celle du Gault et la craie proprement dite.

Poméranie suédoise.

Les surfaces rocheuses sont rares et peu étendues dans le nord de l'Allemagne. Aux environs de Kœnigsberg, on indique à Popilani des couches avec des fossiles jurassiques sur lesquels nous revien-

(1) Les *Lima gigantea*, *punctata* et la *Gryphæa arcuata*, mentionnées et figurées dans les ouvrages de Nilsson et d'Hisinger, n'ont pas été trouvées en place dans ce pays.

(2) *Die Insel Helgoland* (*Untersuchungen über deren Grosse*, etc.). Recherches sur l'étendue de l'île d'Helgoland, dans les temps anciens et à l'époque actuelle, Hambourg, 1848. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 827. — G. H. O. Volger, *Ueber die geognost. Verhältnisse von Helgoland*, etc., in-4, avec 3 pl., Brunswick, 1846. Les couches jurassiques, appelées *Skil*, ne sont point marquées sur la carte. — Voy. aussi : *antè*, vol. V, p. 190 pour d'autres documents bibliographiques.

drons ci-après, et à Greifenberg, dans la Poméranie inférieure, un gisement de calcaire semblable a été mentionné(1). Celui de Fritzow près de Camin, sur les bords de la Baltique, a été comparé d'abord au Portland-stone, et M. Gumprecht (2) en a observé sur quatre autres points de ce dernier district. Dans deux localités, des couches plus anciennes ont été assimilées au coral-rag de Malton (Yorkshire). Les fossiles appartiennent aux genres Térébratule, Gervillie, Huître, Peigne, Exogyre, Trigonie, etc. Près de Klemmen, le calcaire se voit sur une étendue d'un kilomètre. On n'y remarque point de Bélemnites ni d'Ammonites, et, en effet, ces genres ne se montrent déjà plus dans le groupe supérieur du nord de l'Allemagne.

Plus récemment, une étude attentive de ces affleurements a été faite par M. Wessel (3). Sur les rives du Dievenow apparaissent les strates les plus anciens. Non loin de Soltin c'est un grès de 5 mètres d'épaisseur que l'on suit l'espace d'environ 200 mètres. Il est à grain fin, dur, et ressemble à celui que nous décrirons à Porta Westphalica. Il renferme un banc de 0m,60 de sphérosidérites et plonge de 15° au N.-O. Les fossiles sont en mauvais état et peu déterminables. On peut y reconnaître cependant le *Belemnites grandis*, Schloth., l'*Ammonites Parkinsoni*, Sow., quelques autres Ammonites, l'*Astarte pulla*, Ad. Roem., le *Monotis anomala*, Hagen. (*Avicula braamburiensis*, Sow., Gumprecht) (4), une *Amphidesma*, un *Pecten*, d'autres Astartes très abondantes, des Huîtres, des bois de conifères, tels que des Cyprès, etc.

Au sud et près de Camin se montre la même roche, mais à gros grains, avec des fossiles mal conservés aussi, et plongeant de 70° au N.-O. La ville est bâtie sur ces couches, qui sont recouvertes au midi par la craie blanche (*antè*, vol. V, p. 189). Le grès a été reconnu jusqu'à 8 mètres de profondeur, et il se retrouve dans l'île de Gristow, située en face. Son épaisseur y est de 10 mètres, et sur la côte il forme des blocs isolés. La roche plus ou moins solide est

(1) Journal prussien du 30 juin 1845. — *Ueber die geogn. Verhältn.*, etc. Sur les relations géologiques des provinces baltiques (*Arch. für Miner. von Karsten und Dechen*, vol. XIX).

(2) *Zur geognost. Kenntniss von Pomern*, (*Neu. Jahrb.*, 1845, p. 676).

(3) *Zeitschrift der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. VI, p. 305, 1854.

(4) *Arch. für Miner. von Karsten und Dechen*, 1846.

analogue à celle de Soltin et renferme les mêmes débris organiques. Le long du rivage de l'île Wollin, à Hoff, entre Lebbin et Soldemin, un grès qui vient affleurer au niveau de la mer est surmonté d'un autre grès à grain fin, de 20 à 25 mètres d'épaisseur, formant une falaise abrupte avec quelques fossiles (*Belemnites grandis*). Un lit subordonné, de 0m,15 d'épaisseur, est presque entièrement composé de débris de sauriens et de poissons. Ici se terminent les couches jurassiques anciennes du pays. Elles étaient déjà connues, mais on n'avait pas encore signalé les dépôts de l'âge de l'Oxford-clay dont nous allons parler.

En 1851, M. Wessel trouva à Nemitz, un mille au sud-est de Camin, des roches brunes fossilifères. Dans une colline au sud du village, la craie blanche avec *Belemnites mucronatus* et des polypiers se voit immédiatement sous le dépôt quaternaire, puis viennent des argiles et des marnes crayeuses reposant sur des couches remplies de *Terebratula varians*, Schloth., *ornithocephala*, Sow., *Ammonites hecticus*, *Amphidesma decurtatum*, Phill., *Lysianassa v-scripta*, Gold., *Pecten fibrosus*, Sow., *Astarte polita*, Roem., *Ostrea explanata*, id. et beaucoup d'espèces inédites. Plus au nord on rencontre des Nucléolites, des *Ceromya*, *Trochus*, *Turbo*, *Cerithium* et de petites Bélemnites. L'argile noire, placée dessous, renferme la plupart des mêmes espèces.

A l'ouest, sur la côte de Hoff, les escarpements de Lebbin se composent d'une marne argileuse jaune, alternant avec des grès. Les fossiles sont dans les grès à grain fin, peu solide, et dans une argile noirâtre plus dure, avec des cristaux de gypse. Ils sont semblables à ceux des grès de Nemitz (*Astarte nummulina*, *A. polita*, Fr. Roem., *A. pulla*, Ad. Roem., *Avicula fornicata*, id., *Cerithium*, indét., *Trigonia*). Dans le voisinage de Lebbin les collines de la côte, déjà différentes, sont composées de dépôts quaternaires.

Sur le versant occidental de la partie la plus élevée de l'île Wollin est une série de couches, qui, entre Misdroit et Lebbin, est formée d'argile noire semblable aux précédentes, de 13 mètres d'épaisseur et contenant un seul banc mince de grès. On y trouve des cristaux de gypse et des rognons de fer sulfuré. Le tout appartient à l'Oxford-clay et est recouvert par la craie.

Les autres points où se trouvent les couches jurassiques décrivent une courbe autour de Camin, et appartiendraient au groupe supérieur. Ils occupent deux régions : l'une au nord et l'autre au sud. Celle du nord renferme des marnes et des calcaires de teinte claire avec les

mêmes fossiles. La coupe d'une carrière de Fritzow, dont les couches plongent de 10° à 15° au N.-O., présente les détails suivants, à partir du sol superficiel :

		m
1.	Calcaire à grain fin, très dur, brunâtre ou bleuâtre, à cassure esquilleuse, crevassé et celluleux, par suite de la disparition des fossiles	0,32
2.	Marne calcaire avec de nombreux fossiles	1,60
3.	Calcaire très solide, semblable au n° 1.	
4.	Marne de teinte claire, semblable au n° 2	5,00
5.	Calcaire jaunâtre, peu solide ; fossiles rares.	
6.	Calcaire oolithique, solide, bleuâtre à l'intérieur et jaune au dehors.	

Les fossiles très répandus dans les premiers bancs sont : *Hemicidaris Hoffmanni*, Roem., *Solen helveticus*, Thurm., *Pholadomya orbiculata*, Roem., *paucicosta*, id., *Ceromya excentrica*, Ag., *Lutraria elongata*, Gold., *Astarte cuneata*, Roem., *suprajurensis*, d'Orb., *Cyprina cornuta*, id., *Isocardia orbicularis*, Roem., *Cardium eduliforme*, id., *Cucullæa longirostris*, id., *Opis excavata*, id., *Trigonia costata*, Sow., *clavellata*, id., Park., *Avicula modiolaris*, Münst., *Pinna granulata*, Sow., *Perna mytiloides*, Lam., *Lima proboscidea*, Sow., *Ostrea multiformis*, Dunk. et Koch, *Terebratula biplicata*, Sow. ?, *pinguis*, Roem., *Bulla supra jurensis*, id., *Nerita hemispherica*, id., *Natica globosa*, id., *macrostoma*, id., *Nerinea jurensis*, Munst., *Nautilus*, *Ammonites*, poissons (*Asteracanthus ornatissimus*, Ag.), débris d'Ichthyosaure.

La région sud qui appartiendrait au Kimmeridge-clay est, près de Klemmen, composée de calcaires oolithiques, de teintes claires, ressemblant aux couches les plus basses de Fritzow. Les oolithes sont seulement plus volumineuses. Les fossiles en mauvais état correspondent aussi en partie à ceux de cette dernière localité, mais il y en a qui manquent et d'autres qui sont nouveaux. On y trouve les *Ostrea multiformis* et *solitaria* avec les *Terebratula biplicata*, *pinguis* et *tetragona*, Roem., un *Pecten* de forme très élégante, à valves très minces et existant aussi à Fritzow. Le *Pecten fibrosus*, les grosses Pholadomyes et la *Cyprina cornuta* ne s'y montrent point, mais la *Melania striata*, Sow., y est très répandue. De même qu'au nord, on y rencontre des fragments de calcaire silurien avec des Orthocératites épars çà et là dans les marnes. Enfin, M. Wessel a marqué avec beaucoup de soin sur sa carte les affleurements, au-dessus des dépôts quaternaires, de diverses roches se-

condaires. Parmi celles-ci il y en a qui sont désignées par l'épithète de *Portland*, et que nous ne trouvons pas indiquées dans le texte du mémoire, où ils paraissent être compris sous la dénomination de *Kimmeridge-clay*.

Mecklembourg. M. E. Boll (1), dans son esquisse géognostique du Mecklembourg, a étudié avec soin les dépôts quaternaires de ce pays et a marqué sur sa carte les points où ils sont particulièrement composés de détritus provenant de la formation jurassique. Les cailloux roulés ayant cette origine se trouvent dans la partie orientale de la province ou à l'est de Güstrow. Les fossiles du lias sont rares et très usés; ce sont: *Pentacrinus subangularis*, Mill., *Pecten æquivalvis*, Sow., *Gryphæa arcuata*, Lam., les *Ammonites bisulcatus*, Brug., *Turneri*, Sow., *margaritatus*, Montf., *spinatus*, Brug., *planicosta*, Sow., *communis*, id., auxquels l'auteur ajoute l'*A. Blagdeni*, Sow., qui appartient à l'oolithe inférieure.

Dans les petits cailloux provenant du *calcaire à Monotis*, près du lac Molchiner, de Neu-Strelitz, de Rothenmoor, se rencontre l'*Avicula* ou *Monotis substriata*.

Les fragments de roches les plus nombreux proviennent du *Jura brun;* ils ont jusqu'à plusieurs pieds cubes, et sont formés d'un grès brun ferrugineux, de calcaires argileux et sableux gris bleuâtre (*Jura brun supérieur*, Kelloway-rock et Cornsbrash) ressemblant à ceux de la Poméranie et de Gristow. On n'y observe point de polypiers, de radiaires, de Bélemnites, de Nérinées ni de Térébratules, à l'exception de la *T. varians*, associée aux coquilles suivantes: *Astarte pulla*, Roem., *nummularia*, id., *polita*, id., *Nucula lacryma*, Sow., *Avicula inæquivalvis*, id., *braamburiensis*, Phill., *ornata*, Gold., *Gervillia Bronnii*, Kock et Dunk., *glabrata*, id., *Pecten fibrosus*, Sow., *lens*, id., *cingulatus*, Phill., *Lima duplicata*, Sow., *Exogyra reniformis*, Gold., *Ostrea sandalina*, id., *Dentalium Maureanum*, d'Orb., *Nerita costulata*, Desh., *Tornatella pulla*, Koch et Dunk., *Chenopus Phillipsii*, d'Orb., *Ammonites Jason*, Rein., *calloviensis*, Sow., *hecticus*, Hartm., *macrocephalus*, Schloth.

---

(1) *Geogn. Skizze von Mecklenburg* (*Zeitsch. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. III, p. 436, 1851).

CHAPITRE VIII.

FORMATION JURASSIQUE DU NORD-OUEST DE L'ALLEMAGNE.

Disposition générale.

Dans le nord-ouest de l'Allemagne, la formation jurassique ne se montre guère qu'entre les vallées de la Saale et la rive gauche de l'Elbe à l'est, puis la rive droite de l'Ems à l'ouest, accompagnant le versant septentrional du Harz, du Wesergebirge et les deux pentes du Teutoburgerwald. Ses dépôts les plus anciens occupent aussi, au nord de cette région montueuse, une surface assez considérable, entre Magdebourg et Brunswick.

Dans cet espace, qui s'étend ainsi à travers le duché de Brunswick et le royaume de Hanovre, les couches jurassiques, dit M. Fréd. Ad. Roemer (1), sont distribuées dans diverses chaînes de montagnes indépendantes les unes des autres, et difficiles à étudier comparativement. Ces chaînes sont en outre peu élevées, couvertes d'épaisses forêts ou très cultivées; elles n'offrent qu'un petit nombre d'exploitations, et par conséquent peu de circonstances favorables à l'étude. Au nord et au nord-ouest du Harz, on remarque un grand nombre de collines séparées, dirigées du sud-est au nord-ouest et résultant presque toutes de soulèvements effectués suivant plusieurs lignes parallèles à partir du Harz. Ces dislocations ont fait affleurer les divers groupes du trias en les relevant et en formant des rides plus hautes que les espaces concaves qui les séparent, et qu'occupent les dépôts jurassiques et crétacés. Nous suivrons dans la description des premiers la marche déjà adoptée, en prenant successivement ceux qui appartiennent à chacun des quatre groupes de la formation. Quant à leurs rapports avec les divers étages du groupe néocomien et avec le groupe wealdien de ce pays, nous ne pouvons que renvoyer le lecteur à ce que nous en avons déjà dit (*antè*, vol. V, p. 224-232).

On remarquera que sur la carte géologique de l'Europe de M. de Dechen (1829), au nord du Harz, dans le Brunswick, le Hanovre et sur les flancs du Teutoburgerwald, le lias et diverses bandes ooli-

(1) *Die Versteinerungen des Norddeutsch. Oolith. Gebirges*, 1836 — supplément (*Nachtrag*), 1839.

thiques occupent des étendues assez considérables, comprises entre le trias et les dépôts crétacés, tandis que sur celle de sir R. Murchison et de M. Nicol (1856), la formation jurassique tout entière de cette partie de l'Allemagne n'occupe qu'un lambeau entre Hildesheim et Nordheim. Tout le reste est indiqué comme appartenant au groupe wealdien (*wealden*), aux environs de Brunswick, comme sur le pourtour du Wesergebirge et du Teutoburgerwald. Il y aurait donc ici, comme la suite le prouvera, une modification importante à faire sur cette dernière carte. Quant à la carte géologique de l'Europe d'A. Dumont, elle exprime, aussi bien que le permet son échelle, la disposition des zones étroites flexueuses, formées par le lias d'une part et les groupes oolithiques de l'autre (1).

§ 1. — Groupe oolithique supérieur.

M. Fréd. Ad. Roemer (2) signale, au-dessus du *coral-rag supérieur*, un calcaire marneux, gris-jaune ou blanchâtre, quelquefois assez sablonneux, mais solide, ressemblant à la craie marneuse par ses caractères pétrographiques, quoique s'en distinguant nettement par ses fossiles que l'auteur compare à ceux du Portland-stone du département de la Haute-Saône. Les Térébratules plissées, les Cidaris, les Gryphées, etc., y manquent, tandis qu'on y observe la *Pholadomya acuticosta*, la *Mya quadrata*, la *Donax Saussurii*, les *Isocardia subconcentrica*, *orbicularis* et *oblonga*, l'*Exogyra virgula*, le *Buccinum lævigatum*, le *Pterocera Oceani*, des Ampullaires, etc., tous très fréquents. Ces couches, que l'auteur avait d'abord placées avec le *coral-rag* supérieur, sont actuellement relevées un peu dans la

(1) Voy. aussi : *Geognostisches Bild des Harzes*. — Carte géol. du Harz, d'après Hoffmann, Julius et Berghaus, par Brofe, 1 f., Brunswick, 1836. — *Karte von Harz-Gebirge*, etc., carte topographique, géologique, minéralogique et historique du Harz, par W. Werner, 1 f., Magdebourg, 1843. — Description géol. des environs de Goslar, par G. Scheesler (*Neu. Jahrb.*, 1835, p. 127, 157 et 328, avec carte géol. et coupes). — W. Lachmann, *Physiographie des Herzogthums Braunschweig*, in-8, Brunswick, 1852, 2e partie (oréographie, hydrographie, géognosie et géogénie, avec carte et profils). — Fr. Ulrich, *Beiträge zur geognost. Kennt. der Umgegend von Goslar* (*Jahresb. d. Naturwiss. Vereins in Halle*, 1851, 4e année, p. 306, 4 pl., 1852) — G. Giebel, *De geognostica septentrionalis Hercyniæ fastigi constitutione*, in-8, Halis, 1848 ?

(2) *Die Verst. d. Nordd. Ool. Geb.*, p. 12, in-4, avec 16 pl., Hanovre, 1836.

série et semblent représenter l'étage de Kimmeridge. Les calcaires de Rihteln, suivant M. Roemer, appartiendraient au Portland-stone comme ceux de Coppen-Graben, de Hohenbüchen et d'Hilsmulde au pied du Spielberg, à Langenberg, près Goslar, au pied nord du Galgenberg et à Knebel près Hildesheim. Il reste à déterminer si la partie orientale du Lindnerberg, que Haussmann rapportait à la craie, est du coral-rag ou du Portland-stone. Des dents d'Ichthyosaure, des débris de Tortue ont été recueillis dans les carrières de Kahlenberg. Partout se montrent des fragments de Trichites et de reptiles sauriens.

Le Portland-stone, dit ailleurs le même savant (1), se distingue du coral-rag supérieur par sa teinte plus claire, ses oolithes plus arrondies et plus fines et par son épaisseur plus considérable. La description de cet étage dans le département de la Haute-Saône, telle qu'elle est donnée par M. Thirria, paraît s'appliquer fort bien à celui du Hanovre, à l'exception des environs d'Hilsmulde où le bitume communique à la roche une teinte gris sale. Le Portland-stone du Wesergebirge est rempli de *Pholadomya acuticosta*, de *Venus Brongniarti*, de *Terebratula biplicata*, de *Nucula Menkei*, etc. Ces couches sont le prolongement de celles de Fritzow, non loin de Stettin en Poméranie. Au-dessus, on remarque, dans beaucoup de localités, une assise assez épaisse, particulièrement développée dans le Deister et que nous avons mentionnée sous le nom de *calcaire à Serpulites coacervatus* ; elle viendrait se placer sur l'horizon de l'étage de Purbeck (*Serpulit-Kalk*, *antè*, vol. V, p. 225, 237 et 240).

MM. C. L. Koch et W. Dunker (2) comprenaient dans le même temps les assises précédentes sous la dénomination d'*oolithe supérieure* (*oberer Oolith*) ou de *calcaire jurassique supérieur*. Ils les décrivent comme des calcaires purs, oolithiques, des calcaires marneux avec des dolomies subordonnées et des masses argileuses et sableuses plus ou moins glauconieuses. Les calcaires marneux de teintes claires, jaunes ou gris, sont noirâtres dans le voisinage du Weser, peu solides, à cassure terreuse, ou bien plus résistants et à cassure conchoïde. Les bancs sont moins épais que ceux de calcaire

---

(1) *Ib.*, *Nachtrag*, p. 5, 1839.

(2) *Beiträge zur Kenntniss des Norddeutsch. Oolithgebildes*, etc. Contribution à la connaissance de la formation oolithique du nord de l'Allemagne et de ses fossiles, p. 11, in-4, avec 4 pl., Brunswick, 1837.

pur. Les calcaires marneux alternent quelquefois avec des bancs dolomitiques (le Spielberg, près Dörshelf, non loin d'Alfeld, Waltersberg près d'Escherhausen). La roche est moins cristalline que la dolomie du coral-rag, et renferme de nombreux fossiles, des dents de poissons, des débris d'Ichthyosaure, etc. On y cite particulièrement : *Pholadomya acuticosta*, Sow., *Donacites Alduini*, Brong., *Trigonia clavellata*, Sow., *Modiola subæquiplicata*, Stromb., *Mytilus jurensis*, Mér., *Gervillia tetragona*, Roem., *Exogyra virgula*, Defr.; *Ostrea multiformis*, Koch et Dunk., *Terebratula biplicata*, Sow., *Pterocera Oceani*, Brong., *Ammonites giganteus*, Sow.

Quelques-uns de ces fossiles appartenant au Kimmeridge-clay et d'autres au Portland-stone, les auteurs hésitent à rapporter à l'un ou à l'autre de ces étages les couches qui les renferment ; mais, pour faciliter les recherches ultérieures des géologues, ils ont eu le soin d'indiquer d'une manière particulière les points où se trouvent accumulés les débris organiques.

Dans la vallée de Delligsen et près de Duigen, de Koppen-Graben, etc., viennent au-dessus des argiles bitumineuses foncées, épaisses, renfermant des bois pétrifiés, charbonneux, avec des empreintes de plantes, et que Goldfuss avait placées dans le Kimmeridge-clay, mais qui se rattachent en réalité au groupe wealdien ou Hilsthon.

Aux environs de Minden, les exploitations de Porta-Westphalia et les tranchées du chemin de fer sont importantes à étudier, en ce qu'elles montrent les rapports des couches jurassiques de ce versant du Wesergebirge avec celles du Harz et du nord de l'Allemagne. Le plongement des couches est de 30° au N.-E., et lorsqu'on se dirige au nord, le long du Weser, on atteint, à partir des marnes irisées, des assises de moins en moins anciennes. Sur les marnes schisteuses noires avec *Ammonites cordatus* et *Gryphæa dilatata* dépendant de l'Oxford-clay, viennent quelques bancs calcaires foncés vers le haut, sans fossiles, qui passent à un calcaire bleu foncé exploité et caractérisé par l'*Isocardia excentrica* et l'*Exogyra virgula*. M. Fréd. Roemer (1) réunit ces derniers au Portland-stone, mais peut-être représenteraient-ils mieux le Kimmeridge-clay. Les bancs

(1) *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 181. — Voy. aussi : *Ein Geognostischen Durchschnitt*, etc. — Coupe géognostique de la chaîne du Teutoburgerwald (*Ibid.*, p. 269).

sans fossiles qui les supportent seraient alors un équivalent modifié et fort atténué du coral-rag.

On observe encore sur ce point des schistes marneux sans fossiles, et au-dessus des schistes semblables, de 10 à 12 mètres d'épaisseur, remplis de *Pholadomya multicostata*, Ag., *Mactromya rugosa*, id. (*Mya*, id., Roem.), *Ceromya excentrica*, Ag. (*Isocardia*, id., Voltz), *Tellina incerta*, Roem., *Exogyra virgula*, Defr., fossiles qui, dans tout le nord de l'Allemagne, appartiennent au groupe oolithique supérieur, mais que nous ne pensons pas y caractériser l'étage de Portland plutôt que celui de Kimmeridge.

Dans une autre coupe dirigée N., S., partant de la fabrique de ciment (*ciment Fabrik*) et passant par Jacobsberg et Hausberg, on trouve une argile schisteuse noire, avec *Ostrea costata*, *Trigonia costata*, *Ammonites Parkinsoni* du groupe oolithique inférieur, puis le grès à *Ammonites macrocephalus*, les marnes foncées à *Ammonites cordatus*, le coral-rag, et enfin la série précédente du groupe supérieur, dont les caractères sont plus constants que ceux des dépôts dont on vient de parler. On les observe depuis Buckebourg jusqu'à Lubbecke où les assises disparaissent sous les alluvions du Weser.

Entre Hausberg et Hameln, non loin de Minden, on remarque un calcaire oolithique, gris bleu foncé, en bancs épais, qui cesse près de Porta-Westphalica. A l'ouest de ce point, les calcaires du second et du troisième groupes sont directement surmontés par le quatrième (1). Ce dernier devient plus puissant, ses caractères pétrographiques se modifient, et, au lieu d'être exclusivement marneux et calcaire, il constitue un grès brun, ferrugineux, en lits minces, avec des bancs épais de roches quartzeuses brunes ; aussi le prendrait-on, au premier abord, pour une roche beaucoup plus ancienne. Il en est de même au nord-ouest, particulièrement autour de Lubbecke dont nous venons de parler. Les caractères arénacés de la roche sont encore plus prononcés lorsqu'on s'avance vers l'O., où le calcaire devient tout à fait rudimentaire. Sur la carte d'Hoffmann ces mêmes couches avaient été comprises dans le second groupe.

M. Ferd. Roemer (2) en traitant de la composition géognostique du Teutoburgerwald, entre Bielefeld et le Rhin, signale, sur la route de Wosther, les marnes irisées, puis des marnes gris cendré avec

(1) Lettre de M. Fréd. Rœmer à M. de Buch (*Zeitschr. der Deutschl. geol. Gesellsch.*, vol. II, p. 301, 1850).
(2) *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 384.

des concrétions calcaires et des bancs minces remplis d'*Exogyra virgula*. Les marnes rouges reparaissent ensuite, mais surmontées alors d'un grès jaune, fendillé, qui appartiendrait au groupe wealdien. Dans le Teutoburgerwald, les couches oolithiques supérieures n'auraient encore été observées qu'en un point, et la localité qui en est la plus voisine serait celle de Porta-Westphalica dont nous venons de parler. L'auteur suppose qu'un bouleversement dans cette chaîne, en partie crétacée, a contribué à cette position anormale qu'occupe le grès supérieur.

M. Hermann Roemer (1), frère des deux précédents, rapporte à l'étage de Portland la partie la plus élevée des collines des environs d'Hildesheim. Ce sont des calcaires assez solides, blancs, à cassure chonchoïde et fossilifères. Ailleurs, les mêmes couches affectent des caractères plus variés. Dans le bassin elliptique compris entre le Weser et la Leine, des montagnes arrondies, entourées de vallées circulaires, sont formées de couches caractérisées par l'*Exogyra virgula*, et peut-être plus anciennes qu'à Hildesheim. Le Portland-stone occupe la portion intérieure de l'ellipse et Salzhewendorf est bâtie dessus. Près des sources salées, un forage poussé à 43 mètres n'a point traversé les couches de cet étage ni atteint les calcaires à coraux qui le supportent partout. Les fossiles sont nombreux dans les carrières et au télégraphe. Dans la partie occidentale, près de Ith, certaines dolomies feraient encore partie de l'étage supérieur qui, plus puissant, y forme le tiers de la hauteur des montagnes. Les roches les plus élevées des talus intérieurs ne sont pas dolomitiques.

Un chaînon de ces calcaires est recouvert par le *calcaire à Serpulites*, dont les fossiles encore marins doivent le faire réunir aussi au premier groupe. Il comprend ordinairement des calcaires presque schisteux, très argileux, en couches minces, noires ou gris foncé, et d'aspect assez variable. Quelquefois des bancs calcaires solides alternent avec des masses que caractérise la *Nucula gregaria*, Koch et Dunk., et au-dessous règnent les calcaires magnésiens sans fossiles. Leur épaisseur moyenne est de 16 mètres. Le même géologue signale encore deux autres lambeaux appartenant à cet horizon. L'un, situé à l'est d'Ammensen, vers le milieu de la hauteur des col-

(1) Éclaircissements pour servir à une description de la carte géol. du Hanovre, entre Hildesheim et Nordheim (*Zeitsch. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. III, p. 505, 1851).

lines, est mis à découvert dans les carrières environnantes; c'est un calcaire gris jaune, peu solide, non schisteux, rempli de pinces de crustacés et de bivalves marines; l'autre, qui occuperait un niveau plus bas, est un calcaire solide, de teinte foncée et dépourvu de fossiles.

On ne voit donc pas que, dans les diverses couches qui recouvrent le coral-rag du Hanovre et des pays voisins, le groupe oolithique supérieur offre distinctement les deux étages de Portland et de Kimmeridge. Les fossiles qu'on y a jusqu'à présent cités nous portent à croire qu'elles représentent plutôt le second de ces étages que le premier, contrairement aux dénominations généralement employées par les géologues qui s'en sont le plus occupés, et qui semblent trouver partout le Portland-stone. Quant au *calcaire à Serpulites*, il pourrait être l'équivalent du Portland-stone lui-même, ou bien être porté au niveau de l'étage de Purbeck, ce que de nouvelles études détermineront sans doute.

M. Beyrich (1) a tracé avec beaucoup de soin, sur sa carte géognostique du pied nord du Harz, entre Langelsheim et Blankenburg, les limites des trois groupes oolithiques et du lias, depuis les environs de Neustadt jusqu'à Goslar. Les zones qu'ils forment sont comprises entre les dépôts crétacés et les marnes irisées, et il en est à peu près de même dans la bande située en face, derrière Osterwick.

2. — Goupe oolithique moyen.

Étage du coral-rag.

M. Fréd.-Ad. Roemer (2) comprend dans le coral-rag un ensemble de calcaire assez considérable et assez étendu. On avait douté longtemps de son parallélisme avec l'étage qui porte ce nom en France et en Angleterre. Suivant Fréd. Hoffmann, les couches oolithiques de Hildesheim, de Fallersleben, de Völxen, de Wolfburg, etc., qui renferment quelquefois vers le haut des silex hornstein, seraient du Portland-stone, tandis que le grès calcaire ferrugineux avec des Gryphées et des polypiers appartiendrait au coral-rag; enfin les calcaires oolithiques gris des bords du Weser et d'Hilsmulde représenteraient la grande oolithe. Keferstein rapportait ceux-ci à l'oolithe inférieure, et, n'attribuant alors qu'une

(1) *Ibid.*, pl. 16.
(2) *Die Versteinerungen des Nordd. ool. Gebirges*, p. 10, in-4, 16 pl., Hanovre, 1836.

faible importance aux données paléontologiques, il doutait que le premier groupe existât dans le nord de l'Allemagne. Mais, d'après ces données mêmes, M. Roemer n'hésite pas à admettre, comme on vient de le dire, des représentants de ce premier groupe, et ensuite les éléments les plus essentiels du second. Le coral-rag, tel qu'il le comprend, se divise en *trois sous-étages* avec une assise de dolomie subordonnée.

1er sous-étage (*coral-rag supérieur*, D Roem., ou *calcareous-grit supérieur*). Cette division est composée de haut en bas : 1° de calcaires solides, blanchâtres, gris, jaunes, brunâtres ou rougeâtres ; 2° de calcaire oolithique à gros grain ou à grain fin ; 3° d'un grès jaunâtre, argileux, à grain fin. Les oolithes sont tantôt de la grosseur de la graine de pavot, tantôt allongées et de la grosseur d'un grain de blé, cimentées par du carbonate de chaux, soit seul, soit avec des fragments de coquilles et des cailloux roulés, ou bien par un calcaire cristallin. On y trouve des silex hornstein et des druses de calcédoine. L'auteur signale les fossiles suivants dans cette première série : *Echinus lineatus, Cidaris subangularis, elongatus, crenularis, Serpula tricarinata, Ostrea sandalina, solitaria, Exogyra reniformis, spiralis, Gryphœa dilatata, Turbo princeps, Ammonites biplex.*

Cette série, que l'on peut comparer au calcareous-grit supérieur, dont elle semble occuper la place, forme des chaînes de collines assez considérables dans le nord-ouest de l'Allemagne. L'une d'elles commence près d'Hildesheim, s'étend sous la dénomination de Galgenberg, de Spitzhut et de Knebel jusqu'à la forêt, entre Heersum et Wendhausen. Ces assises cessent alors et le troisième sous-étage leur succède, reposant sur l'oolithe inférieure. Au pied nord du Galgenberg elles sont recouvertes par une couche d'argile de 1 mètre à 1m,60, passant au brun rouge, renfermant parfois des grains de silicate de fer, mais point de fossiles. On la retrouve aussi à l'est de Goslar, au Petersberg près d'Ocker. Au Langenberg elle est coupée par la vallée de la Radau, et l'on peut suivre tout le système jusque sur la pente méridionale du Butterberg, d'où il vient se rattacher à la base même du Harz. Sur le territoire d'Osnabruck, à l'ouest d'Oster-Kappeln commence un autre chaînon qui passe par Lübbeke et s'étend jusqu'à Porta-Westphalica. Celui qui prend naissance au Weser passe par Rinteln, Münder, Lauenau, Springe et Süntel. Entre Münden et Lauenau le coral-rag est divisé en deux par l'apparition du *Keuper*, et près de

Springe il offre deux rameaux. Non loin d'Alfeld il forme un ovale allongé vers le N.-O. Les fossiles s'y trouvent particulièrement au Spitzhut, au Galgenberg, près d'Hildesheim, etc. Ce sont des dents de poissons, d'Ichthyosaures, etc. A peu de distance de Lindnerburg il recouvre le véritable calcairé à coraux.

M. Roemer (1) met ensuite ces assises en parallèle avec le *calcaire à Nérinées* et le *calcaire à Astartes* du Jura bernois. Dans les carrières, le calcaire jaunâtre est recouvert d'une marne calcaire peu solide, d'un gris jaune, avec des oolithes cannabines et de 1m,30 d'épaisseur. Sur une hauteur totale de 16 mètres on voit de haut en bas :

	m.
1. Calcaire oolithique en lits minces vers la partie supérieure	3,25
2. Marne calcaire	0,32
3. Calcaire blanc, oolithique, à grain fin, partagé en deux bancs	1,30
4. Marne calcaire blanchâtre, un peu oolithique avec *Cidaris elongatus*, *Lima tumida*, *Terebratula pinguis*, etc.	0,32
5. Calcaire blanchâtre, un peu oolithique, divisé en bancs de 0m,35 à 1m,3	3,25
6. Grès calcalifère à grain fin, jaune, blanc, crevassé, divisé en plusieurs bancs, de 0m,15 à 0m,32 ; des parties siliceuses passent à un hornstein gris bleu	2,25

Au Spitzhut, près d'Hildesheim, on trouve, sur les assises précédentes, un grès calcaire à grain fin, puis des calcaires oolithiques jaunâtres, en bancs peu épais, une marne calcaire de 0m,30, blanche ou foncée et bitumineuse, ressemblant au n° 4 et renfermant des fossiles, des marnes calcaires sablonneuses, jaunâtres, peu solides, et un calcaire oolithique avec *Cerithium limæforme*. Ces couches, de 6m,50 d'épaisseur, sont surmontées à leur tour par un calcaire solide jaunâtre, un peu oolithique, avec *Nerinæa Visurgis*. Au-dessus d'Uppen il renferme des nodules avec *Ostrea formosa*, et le tout semble plonger sous le calcaire de Portland.

Dans la région entière d'Hilsmulde, comme dans le voisinage de Springe et au Kahlenberg, partout sur les pentes des montagnes, se montre une puissante assise de dolomie, dont les bords ont l'aspect d'une muraille en ruine, et la surface est complétement stérile. La roche est d'un gris rougeâtre, cristalline, celluleuse, et ses cavités sont tapissées d'une multitude de rhomboèdres de dolomie. La masse

(1) *Loc. cit.*, *Nachtrag*, p. 4.

est divisée en bancs épais crevassés. Les assises supérieures minces sont quelquefois à gros grains, et alternent avec les couches de marne où se montrent des moules de coquilles (*Nerinea Visurgis*, *Terebratula*, voisine de la *T. ornithocephala*) et de la célestine. Nous mentionnerons ces dolomies à la place que l'auteur leur a assignée dans son texte, mais dans les coupes qui l'accompagnent elles surmontent le premier étage et supportent le Portland-stone (Spielberg, Kahlenberg, Hollberg, Wallersberg, etc.).

2e sous-étage. Cette sous-division, à l'ouest des collines de Lindner, près de Hanovre, est formée par un calcaire épais, de teinte jaunâtre claire, à cassure translucide sur les bords, exclusivement composé de polypiers et d'Huîtres agglomérés (Méandrines, Anthophylles, Lithodendron). Il représenterait exactement le coral-rag proprement dit de l'Angleterre et celui du Wurtemberg. Dans son supplément, le même géologue décrit ce sous-étage d'une manière un peu différente.

3e sous-étage (calcareous-grit inférieur). — La troisième sous-division du coral-rag de M. Roemer comprend des calcaires peu solides, brun jaune ou foncés, quelquefois ferrugineux, en bancs minces ou épais, des calcaires très durs, quartzeux, foncés, noduleux, le tout renfermant la *Gryphæa controversa*, Roem., le *Pecten fibrosus*, Sow., la *Lima proboscidea*, id., le *Belemnites semi-sulcatus*, Blainv., les *Ammonites cordatus*, Sow., *quadratus*, id., *triplicatus*, id. Ces couches affleurent au Tönnisberg près de Hanovre et d'Heersum, non loin d'Hildesheim. On y voit, sur une épaisseur totale de 8 mètres, des bancs de calcaire sablonneux, fendillé en rhomboèdres avec du bois pétrifié. Ce calcaire de teinte foncée se divise en sphérites de la grosseur de la tête. Outre des troncs d'arbre pétrifiés avec leur écorce, on signale encore des restes de crustacés, de sauriens, etc. La présence, dans les couches les plus élevées de cette série, de nombreux polypiers qui se continuent au-dessus dans le second sous-étage, a déterminé l'auteur à la réunir au coral-rag, mais nous pensons avec lui qu'elle peut aussi représenter le calcareous-grit inférieur.

Dans la chaîne du Wesergebirge et jusque près d'Osnabruck, le coral-rag montre des caractères différents de ceux que nous venons de décrire. C'est un calcaire gris noirâtre, assez solide, très puissant, rougeâtre à la surface, surmonté d'une marne peu épaisse, ferrugineuse et fragile. L'une et l'autre renferment l'*Ostrea solitaria*, la *Terebratula globata*, la *T. pinguis*, les *Ammonites triplicatus*, *bi-*

plex et *perarmatus ;* puis vient une roche quartzeuse, grise, en lits minces, assez solides, avec des traces de plantes charbonneuses.

MM. Koch et Dunker (1) décrivent l'étage qui nous occupe à peu près comme M. Roemer, mais en réunissant à l'Oxford-clay le troisième sous-étage ou coral-rag sableux inférieur. Ils mentionnent, à partir de celui-ci, de puissantes masses calcaires pisolithiques partagées en deux assises, dont les fentes verticales s'élargissent en formant de grandes cavités (Paschenburg et Hohenstein). On y observe quelquefois des concrétions siliceuses de calcédoine et des fossiles silicifiés. Les Astrées, les Méandrines et les Lithodendron, de même que les radiaires échinides (*Galerites depressus*, *Cidarites Blumenbachii*, les Nucléolites, etc.) y sont très nombreux. Les coquilles, particulièrement les Ammonites de la section des *planulati*, les Mélanies, les Nérinées, les ostracées, les Peignes, les Modioles, les Serpules, etc., n'y abondent pas moins. Les bancs moyens sont parfois exclusivement composés de polypiers, entre autres d'*Astræa heliantoides*, Gold. Ils sont assez puissants dans le Lindnerberg, près de Hanovre, mais moins dans le Wesergebirge.

Les grandes masses de dolomie qui sont au-dessus apparaissent çà et là au sommet du Kahlenberg, du Spielberg, du Steinberg, dans la vallée de Hils, dans les collines de Ith et de Lauenstein où ils affectent une disposition ruiniforme, semblable à celle du *quadersandstein* de la Suisse saxonne (*antè*, vol. V, p. 266 et suivantes). Ces dolomies sont celluleuses, et leurs cavités tapissées de cristaux rhomboédriques de la même substance. Les fossiles nombreux sont surtout la *Terebratula ornithocephala*, la *Nerinea visurgis* et l'*Astræa heliantoides*. D'après les auteurs, ces roches représenteraient les calcaires sablonneux des bords du Weser, qui sont de teintes foncées et où toute la série est caractérisée par la présence de la matière charbonneuse. On peut d'ailleurs, continuent-ils, établir dans le coral-rag de ce pays trois divisions comme en Angleterre, mais elles différeraient de celles que nous avons indiquées d'après M. Roemer, puisque le sous-étage inférieur de ce dernier est rangé dans l'Oxford-clay par MM. Koch et Dunker.

---

(1) *Beiträge zur Kenntniss des Norddl. Oolithgebildes*, etc., p. 11, in-4, Brunswick, 1837. — Voy. aussi : W. Dunker, sur l'*Asteracanthus preussi* du calcaire corallien des environs de Hanovre (*Palæontographia*, etc., vol. I, p. 188).

D'après les diverses coupes qu'a données M. Ferd. Roemer de la chaîne du Teutoburgerwald (1) et des environs de Minden à Porta-Westphalica, le coral-rag semble y être peu développé et peu caractérisé. Dans son explication d'une carte géologique du Hanovre, entre Hildesheim et Nordheim, M. Herm. Roemer (2) décrit les *calcaires à coraux* comme formant des chaînons remarquables par leurs flancs rocheux escarpés, couronnés par les calcaires du groupe supérieur. Ils diminuent d'importance et cessent de se montrer dans le voisinage d'Hildesheim. L'assise principale est un calcaire très argileux, peu solide, blanc jaunâtre, et la plus élevée renferme, avec beaucoup de fossiles, diverses variétés de silex. Près de Deister et d'Osterwald, les couches supérieures occupent une étendue considérable. La roche est solide, gris bleu, souvent oolithique. Sa teinte foncée à l'intérieur est claire au dehors; ailleurs elle est presque blanche. Son épaisseur à Barenberg et Hohlenberg est de près de 100 mètres. Quelques dislocations s'y observent çà et là.

C'est entre le Weser et la Leine que le coral-rag acquiert le plus d'importance. Dans ce bassin, de même que dans celui d'Alfeld, toutes les couches plus récentes que le lias forment, comme on l'a dit, des montagnes arrondies, entourées de vallées circulaires, creusées dans ce dernier groupe. Les calcaires à coraux et celui de Portland constituent une masse de forme ellipsoïde, dont l'élévation et les pentes abruptes dolomitiques impriment au paysage un caractère particulier. Le pourtour de la vallée elliptique est interrompu en deux endroits par où s'échappent les eaux de l'intérieur. La plus grande de ces ouvertures se trouve entre Naensen et le côté méridional de Hils, là où se manifeste la dislocation la plus considérable du pays. Le développement du gypse en cet endroit est sans doute en rapport avec ce phénomène. Des dénudations et des ravinements produits par des courants sont venus ensuite découper certaines parties du cirque.

Le coral-rag et les calcaires du groupe oolithique supérieur, toujours rapportés au Portland-stone, sont remarquables dans cette région par les caractères dolomitiques et bréchoïdes de leurs masses.

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 181. — *Ein geognost. Durchschnitt*, etc., *ibid.*, pl. 2, fig. B. — *Ibid*, 1848, p. 789. — *Ueber die geognost. Zusamm. des Teutoburgerwaldes*, etc. (*ibid.*, 1850, p. 384-403, pl. 4).

(2) *Zeitschrift der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. III, p. 501, 1851.

La portion nord-est diffère d'ailleurs de celle du sud-ouest, en ce que la série des roches dolomitiques appartient au coral-rag supérieur avec *Nerinea Visurgis*, *Pecten fibrosus*, etc., tandis que dans l'autre, à Ith, règnent principalement les calcaires de Portland, qui occupent une beaucoup plus grande surface que les précédents.

Dans sa note sur les minerais de fer de la formation jurassique de la Westphalie, M. W. Castendyck (1) signale un gisement de ce minerai dans une marne schisteuse foncée, placée à la base du premier groupe, et se rattachant probablement au calcareous-grit supérieur. Il est immédiatement recouvert par un grès brun, et se voit sur la droite de Porta-Westphalica. Le même grès, dans les carrières de chaque côté de cette localité, renferme une couche de minerai de 1 mètre d'épaisseur. Dans un troisième gisement, le minerai recouvre ce que l'auteur appelle le *grès du Jura brun*. L'oxyde de fer hydraté a pénétré la masse de la roche en la cimentant. Ce minerai donne 30 pour 100 de fer, mais la présence de la silice rend son traitement difficile. L'épaisseur totale de ces grès est de 18 mètres. Enfin, dans le duché de Brunswick, M. de Strombeck (2) décrit, au Cliversberg et à Ilmen, le coral-rag placé entre l'Oxford-clay et le Portland-stone.

Étage d'Oxford.

Une argile bleu foncé, placée sous le coral-rag de la colline de Lindner près de Hanovre, renferme les *Ammonites Gulielmii*, Sow., *coronatus*, Schloth., *biarmatus*, Ziet., *ornatus*, Schloth. et le *Perna mytiloides*, Lam., fossiles qui, suivant M. Fréd.-Ad. Roemer (3), ont aussi été trouvés dans le lit du ruisseau du Rottergrund, non loin de Marienhagen et d'Alfeld. Ils sont également signalés dans le pays d'Hilsmulde. Des argiles et des calcaires très développés autour d'Hildesheim, dans les collines de Ith et de Hils, suivant la vallée du Weser et se continuant jusqu'à Osnabruck, font encore partie de ce représentant de l'étage d'Oxford (4). MM. Koch et Dunker y mentionnent des couches d'argile foncée avec des fossiles siliceux,

(1) *Neu. Jahrb.*, 1853, p. 324.

(2) *Zeitschr. der Deutsch.*, etc., vol. III, p. 157, 1851. — Voy. aussi : Beyrich, Observations sur une carte géognostique du pied nord du Harz, de Langelsheim à Blankenburg, *ibid.*, p. 547, pl. 15.

(3) *Die Versteinerungen des Nordd. ool. Gebirges*, p. 7, 1836. — *Ibid. Nachtrag*, p. 3, 1839. — De Strombeck, (*Zeitschr.*, etc., vol. V, p. 200, 1853).

(4) Koch et Dunker, *Beiträge*, etc., p. 10, 1837.

des calcaires marneux et sableux très solides, d'aspect dolomitique, à cassure esquilleuse (Tönnjesberg près de Hanovre). Des schistes marneux et sablonneux, qui prédominent sur quelques points des bords du Weser, renferment des concrétions siliceuses, des calcaires oolithiques, et constituent la partie inférieure de l'étage dans lequel on a vu que les auteurs comprenaient l'assise la plus élevée, rapportée par M. Roemer et par nous au calcareous-grit inférieur. MM. Koch et Dunker citent dans l'Oxford-clay, tel qu'ils le comprennent, les *Ammonites castor*, Rein., *Lamberti*, Sow., *biarmatus*, Ziet., *cordatus*, Sow., *Melania heddingtonensis*, id., *Gervillia angusta*, Roem., *Pecten fibrosus*, Sow., *Gryphæa dilatata*, id., *Modiola bipartita*, id., *Pholadomya hemicardia*, Roem., *Avicula pectiniformis*, Bronn. Cette dernière espèce forme presque à elle seule, sur les bords du Weser, *un banc entier* de calcaire sablonneux gris bleu. On y trouve aussi parfois la *Terebratula flabellulæformis*, qui se rencontre çà et là dans l'oolithe inférieure. Ces couches représentent à la fois pour les auteurs le Kelloway-rock, l'Oxford-clay et le coral-rag sablonneux de M. Ad. Roemer.

De son côté, M. Ferd. Roemer (1) indique, dans les exploitations des environs de Minden, de Porta-Westphalica, etc., une marne schisteuse noire, avec *Ammonites cordatus* et *Gryphæa dilatata*. Dans le Teutoburgerwald (2), des couches peu développées et peu caractérisées représenteraient le même horizon. Entre Minden, Ibbenbüren et Osnabruck l'auteur a confondu, sous le nom de *Jura brun* ou *Jura moyen*, l'étage d'Oxford avec des assises du troisième groupe (3), et il en est de même de M. Herm. Roemer (4), dans son mémoire sur les environs d'Hildesheim et de Nordheim. M. Castendyck (5) signale le *Belemnites canaliculatus* et l'*Ammonites macrocephalus* dans les argiles avec minerai de fer de Porta-Westphalica.

Au Cliversberg, dans le duché de Brunswick, on voit, dit M. de Strombeck (6), entre le groupe oolithique inférieur et le coral-rag,

(1) *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 181.
(2) *Ein geognost. Durchschnitt*, etc. Coupe géognostique du Teutoburgerwald., *ibid.*, p. 269, *ibid.*, 1848, p. 789, *ibid.*, 1850, p. 384.
(3) *Zeitsch. der Deutschl. geol. Gesellsch.*, vol. II, p. 301, 1850.
(4) *Ibid.*, vol. III, p. 500, 1851.
(5) *Neu. Jahrb.*, 1853, p. 324.
(6) *Zeitsch. der Deutschl. geol. Gesellsch.*, vol. IV, p. 154, 1852.

une argile bleu foncé, sans géodes ferrugineuses, mais avec des rognons de calcaire argileux gris jaune. Cette couche de 3 à 10 mètres d'épaisseur renferme la *Gryphæa dilatata*, Sow., le *Belemnites canaliculatus*, Schloth., l'*Ammonites Lamberti*, Sow., à l'état siliceux, quelques rares individus des *A. Jason* et *calloviensis*, Sow. Les couches sablonneuses à *A. cordatus* manquent ici et ne se montrent que plus près du Harz où elles représentent le calcareous-grit inférieur.

On voit d'après ce qui précède que, dans le Brunswick et la Westphalie, l'étage d'Oxford, tout en nous offrant ses principaux fossiles, n'existe qu'à l'état rudimentaire et se confond souvent avec les assises du groupe oolithique inférieur ou *Jura brun* des géologues allemands qui, en effet, l'y ont réuni.

§ 3. — Groupe oolithique inférieur.

Les subdivisions ou étages du groupe oolithique inférieur, dans ces mêmes limites géographiques, sont aussi très vaguement définies, et nous retrouverons ici quelque chose de comparable à ce que nous avons vu dans le Wurtemberg et la Bavière septentrionale. Fréd. Hoffmann avait le premier comparé les couches qui le composent à celles de l'Angleterre, et M. Fréd.-Ad. Roemer (1) s'est conformé à cette vue qui n'avait pas été adoptée par quelques géologues, trop attachés encore aux caractères minéralogiques des roches.

En l'absence du cornbrash, du forest-marble, de la grande oolithe et des calcaires schisteux de Stonesfield, l'auteur croit retrouver d'abord un représentant du fuller's earth et ensuite du Bradford-clay (p. 209), vers le Hismulde, près d'Alfeld, dans le ravin de Geersen. Ce dernier est un calcaire argileux, jaune brun ou rouge, avec *Ostrea costata*, Sow., *Ammonites sublævis*, id., *Posidonomya Buchii*, *Astarte pulla*, Roem., fossiles qui n'ont rien de bien concluant. L'*oolithe inférieure, oolithe ferrugineuse* ou *dogger*, caractérisée par la *Lutraria gregaria*, Roem., la *Donax Alduini*, Brong., le *Pleurotomaria ornata*, Defr., le *Belemnites canaliculatus*, Schloth., les *Ammonites polygyratus*, Pusch, *Parkinsoni*, Sow., *macrocephalus*, Schloth. (2), s'observent particulièrement à Porta-Westphalica. Elle comprend, sur une hauteur de

(1) *Die Verstein. des Norld. Oolithe Gebirges*, in-4, p. 6, 1836.

(2) L'association de cette espèce avec l'*A. Parkinsoni* prouve ordinairement la suppression des étages supérieurs.

65 mètres, des grès argileux à gros grains, brun foncé, ferrugineux, traversés par des veines de sable également ferrugineux. On y trouve subordonnés des schistes gris foncé avec des nodules de sphérosidérites, des amas d'argile brune ferrugineuse. Les fossiles ont été particulièrement recueillis près d'Hausbergen et du Wittekindsberg, non loin de la chapelle.

Une assise argileuse compacte, gris bleu, supportant le coral-rag et qui affleure un peu à l'est de Hildesheim, avait été d'abord rapportée à l'Oxford-clay, mais M. Roemer la regarde, d'après ses fossiles, comme appartenant à l'oolithe inférieure. On l'observe aussi dans la région d'Hilsmulde, non loin d'Alfeld, d'Eschershausen, de Riddagshausen, dans le voisinage de Brunswick où on l'avait prise pour du lias, et près de Venne, au nord d'Osnabruck, où la *Terebratula spinosa* a été rencontrée.

Trompé par une Ammonite qu'il croyait être l'*A. opalinus*, le même géologue (1) avait placé dans le lias les marnes de Wrisbergholzen qui appartiennent à l'étage dont nous parlons. Dans le voisinage de Hanovre, les carrières de Wettbergen montrent des bancs de marne calcaire, gris jaune ou rougeâtre, à grain fin, sablonneuse, à cassure terreuse, alternant avec des couches d'égale épaisseur de calcaire clair, plus solide, sablonneux, ondulé, crevassé, avec des grains de silicate de fer. On y trouve subordonnés des rognons aplatis de grès rouge ou jaunâtre. Des sphérites, ou nodules de marne calcaire recouverts d'un enduit siliceux, sont disposés dans le plan des strates; ils sont fendillés et ne présentent à l'intérieur aucune trace de zones concentriques. L'épaisseur totale de ces couches est de 8 mètres, et les fossiles sont l'*Ostrea Knorrii*, le *Pecten demissus*, le *Monotis decussata* (*Avicula pectiniformis*, Hausm.), l'*Avicula tegulata*, une Bélemnite cylindrique sans pli. Cette même série, de 12 à 13 mètres d'épaisseur, se voit au Stennerberg, entre Hanovre et Nenndorf. En cet endroit, la couche la plus basse, de $0^{m},32$ d'épaisseur, est composée de fragments de coquilles avec des grains verts; les plus élevées sont siliceuses et passent à un grès solide, à grain fin, rouge brun, avec *Monotis decussata*.

Ces divers bancs s'observent encore dans le Wesergebirge jusqu'à Osnabruck à l'ouest, et jusque près de Brunswick à l'est. On y trouve l'*Avicula costata*, la *Lutraria donacina*, une *Isocardia* et la *Terebratula columbella* qui, suivant l'auteur, établiraient une

(1) *Ibid.*, *Nachtrag*, p. 3, 1839.

certaine relation avec l'argile de Bradford, près de Geerzen ; de sorte que ces couches représenteraient le *calcaire roux sableux* de Porrentruy que nous avons vu placé au niveau du Bradford-clay et du forest-marble d'Angleterre. D'un autre côté, suivant Goldfuss, la grande oolithe est caractérisée par l'*Avicula tegulata*, mais la nature des roches de cet étage est différente, et les couches désignées sous le nom de *calcaires ferrugineux* recouvrent l'argile de Bradford.

Quant à la limite inférieure et à sa séparation du lias, M. Roemer reconnaît que les géologues sont encore dans une grande incertitude, et les fossiles qu'il cite (p. 2) sont peu propres à la faire cesser. Il signale en effet, dans les marnes les plus élevées du lias, des espèces des deux étages de ce groupe avec la *Trigonia navis* et l'*Ammonites opalinus*, tandis que toutes celles qu'il indique dans l'oolithe inférieure appartiennent à plusieurs autres sous-étages de cette division.

D'après MM. Koch et Dunker (1), l'*oolithe inférieure* comprend des calcaires sablonneux ou argileux. Des schistes marneux et sablonneux qui en font partie, et qui renferment le *Belemnites giganteus*, Schloth., et la *Lutraria gregaria*, Mér., avaient été rapportés au lias par Fréd. Hoffmann. Près d'Holtensen (Brunswick), son épaisseur atteint 160 mètres. Dans le pays de Hils, la roche est aussi argileuse, et renferme des rognons d'argile ferrugineuse avec des fossiles. Près de Minden, dans le chaînon de Porta-Westphalica et au delà vers Lubbecke, elle est sablonneuse, calcaire et marno-schisteuse. Nulle part, les grès ne sont aussi développés qu'en cet endroit. Quelquefois, ils sont fragiles, à gros grains et cristallins ; d'autres fois, ils sont colorés par de l'hydrate de fer. On y trouve les *Ammonites tumidus*, Rein., *Parkinsoni*, Sow., qui paraissent avoir été rencontrés avec l'*A. angulatus*, Schloth., non loin de Reinteln, dans les marnes supérieures du lias, puis les *A. depressus*, Brug., *Humphriesianus*, Sow., *polygyratus*, Rein., le *Belemnites subhastatus*, Ziet., le *Trochus duplicatus*, Sow., la *Lutraria gregaria*, Mér., la *Modiola cuneata*, Sow., la *Pholadomya Murchisonæ*, id., la *Donacites Alduini*, Brongn., la *Posidonia Buchii*, Roem., la *Trigonia angulata*, Sow., et la *Mya angulifera*, id. Il y a des restes de crustacés et des dents de poissons dans les argiles à sphérosidérites. La couche argileuse, rapportée d'abord

(1) *Loc. cit.*, p. 9, 1837.

au fullers'-earth, puis au Bradford-clay, doit appartenir encore à l'oolithe inférieure. Les fossiles de cet étage sont nombreux à Hohlwege, près Geertzen. Vers le haut de la coupe, des grès jaunes à gros grains ressemblent au grès de Porta-Westphalica.

Dans les exploitations de cette dernière localité, M. Ferd. Roemer (1) décrit, à partir des argiles schisteuses du lias supérieur, des marnes et des argiles calcarifères, également schisteuses, de 64 mètres d'épaisseur, limitées vers le haut par un sable brun. Les fossiles sont peu nombreux, sauf vers le bas l'*Ostrea costata*, Sow. (*O. Knorri*, Voltz), qui dans le sud de l'Allemagne, comme en Angleterre et en France, se montre particulièrement dans le Bradford-clay. Ici l'*Ammonites Parkinsoni*, la *Pholadomya hemicardium*, le *Monotis decussata*, abondent à la partie supérieure dans un banc ferrugineux, comme sur la rive opposée du Weser, où ces fossiles sont accompagnés de la *Trigonia costata*. Les grès bruns qui viennent ensuite, exploités pour les constructions, ont une épaisseur de 18 mètres ; ils sont crevassés et composés de grains de quartz réunis par un ciment ferrugineux. On a vu qu'un banc calcaire subordonné renfermait une grande quantité d'*Ammonites macrocephalus* associés à d'autres espèces (*antè*, p. 507).

Dans la bande jurassique qui s'étend à l'est du Teutoburgerwald, le même savant (2) mentionne des argiles noires redressées près de Horn, dans le lit même de la rivière, et que l'on prendrait pour une dépendance du lias situé plus au sud. La présence de l'*Ammonites Parkinsoni*, des *Belemnites canaliculatus*, de la *Trigonia costata*, de la *Nucula Hammeri*, les font encore rapporter au groupe inférieur (*Jura brun*). Le lias manque en cet endroit, et cette assise se trouve comprise entre le quadersandstein crétacé et les marnes irisées. Il en est de même de ce point à Bielefeld. Au nord-ouest de Holzhausen ou de Horn, elle est remplacée par un calcaire en dalles avec *Trigonia clavellata* qui se retrouve près d'Alfeld. Non loin d'Orlinghausen, les argiles schisteuses de Horn avec sphérosidérites et *Belemnites giganteus* avaient été aussi rapportées aux schistes du lias (3). L'*Ammonites Parkinsoni* et le *Belemnites giganteus* y ont été cités par M. Dunker; elles sont

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 181. — Voy. aussi : *ibid.*, p. 269, pl. 2, fig. B.
(2) *Ibid.*, 1848, p. 789.
(3) *Ibid.*, 1845, p. 272.

surmontées par l'argile wealdienne, et à peu de distance, dans le Wesergebirge, le groupe oolithique supérieur qui vient s'interposer prend un grand développement. Entre Bielefeld et Bevergem, la présence de ces couches ne paraît pas avoir été constatée, mais la *Trigonia costata* et le *Belemnites canaliculatus* ont été observés sur le versant nord-est du Hemberg (1).

Le groupe oolithique inférieur, peu divisible, ainsi qu'on le voit, et reposant sur le lias, se développe progressivement à l'est d'Hildesheim (2). Près d'Itzum, son épaisseur est de 32 mètres. Ses couches supérieures sont marneuses, renferment beaucoup de débris organiques, et il en est de même lorsqu'on s'avance vers le nord. Le *Monotis decussata*, Münst., marque les couches les plus basses de la série qui se continue dans les bassins que nous avons plusieurs fois mentionnés entre le Weser et la Leine. Sur le chemin de fer de Cologne à Berlin, à la dernière station avant Minden, en passant par Porta-Westphalica, M. Sæmann (3) cite la *Terebratula spinosa*, l'*Ammonites Parkinsoni*, l'*A. macrocephalus* et l'*A. Jason*, en rapportant les couches qui les renferment au *Jura brun* ε de M. Quenstedt ; mais on a dit que cette division du savant paléontologiste wurtembergeois se partageait en deux, et nous ne supposerons pas non plus que ces quatre espèces se trouvent ici réunies dans la même couche.

M. de Strombeck, qui a publié de nombreux et remarquables travaux sur la géologie du duché de Brunswick et du versant nord du Harz, a décrit avec le plus grand soin la formation jurassique de cette partie de l'Allemagne, où les groupes supérieurs manquent souvent, et où les affleurements en biseau des inférieurs sont immédiatement recouverts, à stratification transgressive, par les divers groupes crétacés.

Dans son mémoire sur le lias supérieur de ce pays (4), il signale

---

(1) *Ibid.*, 1850, p. 403, pl. 4.
(2) Hermann Roemer : *Zeitschrift*, etc., vol. III, p. 500, 1851.
(3) *Bull.*, 2e sér. vol. XI, p. 273, 1854.
(4) *Der obere Lias*, etc. (*Zeitschrift der Deutschl. geol. Gesellsch.*, vol. IV. p. 87-102, 1852). — Voy. aussi : Beyrich, Observations sur une carte géognostique du pied nord du Harz, de Langelsheim à Blankenburg (*ibid*, vol. III, p. 567, 1851). Les couches désignées sous le nom de *Jura moyen* ou *Jura brun* (*mittler oder brauner Jura*) ne s'observent qu'autour de Neustadt, de cette ville à Ocker, et de ce point vers Goslar, formant une bande étroite comprise entre le lias supérieur (*oberer Lias*) et le *Jura blanc* ou *supérieur*.

d'abord, entre Gardessen et Schandelah, au-dessus des schistes à Posidonomyes, des bancs marneux très argileux, avec *Ammonites radians*, *A. jurensis*, *Belemnites digitalis*, etc., qui représentent la dernière assise du lias, puis une première masse d'argile foncée, de 65 à 95 mètres d'épaisseur, sans fossiles, renfermant des géodes ferrugineuses et argileuses, surmontée en cet endroit par le groupe néocomien. Cette assise qui représente ici la base de l'oolithe inférieure, est recouverte ailleurs par une autre couche argileuse avec des fragments de *Belemnites giganteus*. En haut et en bas on n'observe que de petites Bélemnites encore inédites, et vers le milieu quelques échantillons d'*Ammonites Parkinsoni* (*A. Parkinsoni planulatus*, Quenst.). Une troisième assise, semblable à la précédente, ne renferme plus le *B. giganteus*, mais offre l'*Ammonites anceps*, Rein., très abondante, l'*A. Parkinsoni*, Sow. (var., *depressa*, Quenst.), le *Belemnites canaliculatus*, Schloth., la *Pleuromya Brongniartiana*, Bronn, la *Gresslya latirostris*, Ag., l'*Ostrea explanata*, Gold. (*O. eduliformis*, Schloth.), le *Cidaris maximus*, Gold.

Au sud-ouest de Rothehof, la roche affecte des caractères différents. Elle devient solide et constitue une argile ferrugineuse, oolithique, jaune ou rouge brun, dont les fossiles ont conservé leur test (*Pholadomya Murchisoni*, Sow., *Trigonia costata*, id., *Gresslya longirostris*, Ag., *Pleuromya Brongniartiana*, Bronn, *Terebratula varians*, Schloth., de Buch, très abondante, *T. perovalis*, Sow., et des formes voisines des *T. ornithocephala*, Sow., *intermedia*, id., *bullata*, id., *resupinata*, id., une Bélemnite, *Ammonites Parkinsoni*, var., *compressa*, Quenst.). Ces roches se continuent au delà dans la même direction, caractérisées par les mêmes fossiles auxquels s'ajoutent l'*Avicula echinata*, le *Monotis decussata*, l'*Ostrea costata*, l'*Astarte depressa*, etc.

Au Cliversberg. on trouve au-dessus du lias un dépôt argileux, continu, qui représente les trois assises précédentes. La partie la plus élevée ne renferme point le *Belemnites giganteus*, mais comprend un banc de calcaire ferrugineux assez solide, une argile sableuse et une argile ordinaire. Les deux *faciès* sous lesquels cette assise se présente, sont contemporains, et leurs formes se ressemblent sans être absolument identiques. Dans la partie argileuse se montrent les *Ammonites Parkinsoni* et *anceps*, des Bélemnites sillonnées, l'*Ostrea explanata ;* dans la partie solide, l'*A. Parkinsoni*, les *Terebratula varians* et *perovalis*, l'*Ostrea costata*. Le

tout qui se suit ici d'une manière continue, et ne forme qu'un étage, sur d'autres points pourrait être considéré comme offrant trois sous-étages de la même période.

Les fossiles des deux dépôts de la troisième assise du Cliversberg, qui ont leurs analogues dans l'oolithe inférieure du Wurtemberg sont : *Cidaris maximus*, Gold., *Pholadomya Murchisoni*, Sow., *Pleuromya Brongniartiana*, Bronn, *Gresslya latirostris*, id., *Astarte depressa*, Gold., *Trigonia costata*, Sow., *Avicula echinata*, id., *Ostrea costata*, id., *O. explanata*, id., *Terebratula resupinata*, id., *T. perovalis*, id., *T. varians*, Schloth., *Belemnites canaliculatus*, id., *Ammonites Parkinsoni*, Sow., *A. anceps*, Rein.

Outre ces espèces, on trouve dans les couches de Mückenburg les suivantes, qui sont également citées dans le groupe oolithique inférieur du Wurtemberg. Mais, comme les auteurs de ce dernier pays comprennent l'Oxford-clay et le Kelloway-rock dans leur *Jura brun*, la citation n'a point de valeur absolue. Ces fossiles sont: *Pholadomya perovalis*, Sow., *Goniomya litterata*, id., *Astarte pulla*, Roem., *Modiola pulchra*, Phill., *Trigonia clavellata*, Sow., *Pecten demissus*, Bean, Phill., *Pleurotomaria granulata*, Sow., *Belemnites fusiformis*, Mill., *Ammonites triplicatus*, Sow, *macrocephalus*, Schloth., *sublævis*, Sow., *Humphriesianus*, id., espèces qui justifient la réserve que nous venons de faire relativement à l'association, sous le nom de *Jura brun*, de systèmes de couches tout à fait distinctes, tels que l'Oxford-clay et ses dépendances d'une part, la grande oolithe et ses dépendances de l'autre. Trois espèces seulement de cette assise supérieure du Cilversberg manquent ici ; ce sont : le *Cidaris maximus*, l'*Ammonites anceps* et la *Terebratula resupinata*, lesquelles ne se montrent d'ailleurs qu'à la partie la plus superficielle de la masse argileuse ; mais de part et d'autre les autres espèces sont très répandues, et deux d'entre elles (*Ostrea costata*, *Avicula echinata*) forment presque des bancs à elles seules. Cette circonstance, jointe à l'analogie des caractères pétrographiques, doit faire regarder ces gisements comme contemporains.

Un certain nombre d'espèces signalées à Mückenburg n'ont cependant pas été rencontrées au Cliversberg, et parmi elles les unes, comme l'*Ammonites Humphriesianus*, le *Pleurotomaria granulata*, le *Pecten demissus?* la *Goniomya litterata* se trouvent ailleurs à un niveau plus bas, et d'autres, telles que les *Ammonites macrocephalus*, *sublævis* et *triplicatus* occupent un niveau plus élevé,

comme dans le Wurtemberg, où nous les avons vues marquer un horizon bien déterminé. D'où l'on pourrait conclure, avec l'auteur, qu'il y a réellement deux assises différentes: l'une inférieure, celle du Cliversberg, et l'autre supérieure, qui manquerait sur ce dernier point. Les roches solides, argilo-ferrugineuses et oolithiques de l'assise supérieure, n'en sont qu'une modification locale, qui cesse avant que l'on atteigne le Harz.

(P. 162.) Sur les hauteurs d'Osterfeld, au trias, et au lias qui se termine par l'assise à *Ammonites radians*, succèdent les couches précédentes du troisième groupe oolithique, caractérisées par les mêmes fossiles, à l'exception de la plus élevée avec *A. macrocephalus*, *sublœvis* et *coronatus*, qui y manque. Le lias avec les assises de ce même groupe existe encore près d'Harzburg avec des caractères peu différents de ceux des environs d'Osterfeld (1).

Jusqu'ici, nous n'avons point encore mentionné le sous-étage le plus inférieur qui, sur tant de points, forme la base du groupe; mais M. Ahrend (2) l'a reconnu à Schöppenstedt. Près d'Oker, on le voit au-dessus des schistes à Posidonomyes et de l'assise à *A. radians*. C'est une argile caractérisée par la *Trigonia navis* et l'*A. opalinus*.

(P. 182). Les glaises fossilifères de Bündheim ont également attiré l'attention de M. de Strombeck qui, après avoir discuté la valeur des espèces qu'on y trouve, lesquelles se montreraient ailleurs à divers niveaux, depuis le second étage du lias jusqu'à l'Oxford-clay, pense, d'après des dérangements qu'ont éprouvés les couches de cette localité, que les associations présumées anormales ne sont que le résultat de circonstances fortuites dont on ne peut rien conclure. Nous donnons ici, d'après le même savant, le tableau de la formation jurassique de ce pays.

---

(1) Schuster, *Neu. Jahrb.* 1835, p. 141.

(2) *Bericht der Naturwiss. Vereins des Harzes*, Société des sciences naturelles du Harz, p. 159, 1840.

FORMATION JURASSIQUE DU DUCHÉ DE BRUNSWICK.

2e Groupe.

Étage du coral-rag. Voy. *antè*, p. 505.

Étage d'Oxford.

1er s.-ét. Grès calcarifère, argileux tendre.
Amm. cordatus, perarmatus, biplex, polygyratus, Belemnites inæqualis (excentricus), planohastatus (hastatus), lævis, Pleurotomaria Munsteri, Gervillia aviculoides, Pecten fibrosus, Gryphæa dilatata, Trigonia clavellata, costata, Terebratula impressa.

2e — Argile foncée avec des rognons marneux.
Amm. Lamberti, Jason, calloviensis, ornatus, athleta, convolutus (type I), *coronatus* (*anceps ornati*), *Belemnites canaliculatus, Gryphæa dilatata. Nucula ? ovalis*. De plus à Bündheim : *Amm. hecticus, convolutus gigas, caprinus, Belemnites semihastatus.*

Argile avec géodes.

3e Groupe.

Oolithe inférieure et grande oolithe.

1er s.-ét. Calcaire ferrugineux ou avec minerai de fer : *Ammonites Parkinsoni, triplicatus, macrocephalus, sublævis, Humphriesianus, Belemn. canaliculatus, fusiformis, Pleurotoma granulata, Terebratula varians, perovalis, resupinata, Ostrea explanata, costata. Pecten ? demissus ? Avicula echinata, Trigonia costata, clavellata, Gresslya latirostris, Pleuromya Brongniartiana, Goniomya litterata, Pholadomya Murchisoni, ovalis, Astarte depressa, pulla, Modiola pulchra.*

Dans l'argile même on trouve : *Amm. anceps, Parkinsoni, triplicatus* (*macrocephalus* et peut-être *sublævis* à Lechstädt), *Belemnites canaliculatus, fusiformis, Terebratula varians, Ostrea explanata, costata, Trigonia costata, Gresslya latirostris, Pleuromya Brongniartiana, Pholadomya Murchisoni, Astarte depressa.* De plus à Bundheim, on trouve : *A. coronatus*, var., *Blagdeni, anceps ornati, Banksii, Gervillii.*

2e — Argile avec géodes.
Belemnites giganteus (dans toute la hauteur, mais rare au milieu) *A. Parkinsoni*, var. *planulata.*

3e — Argile avec de nombreuses géodes argilo-ferrugineuses sans fossiles.

4e — Argile avec *Amm. opalinus, Trigonia navis, Modiola Hillana, Inoceramus dubius, Nucula Hammeri, rostralis, Pleuromya unioides, Gresslya donaciformis.*

4e Groupe. Lias.

1er ét.

1er s.-ét. Argile marneuse, — *Amm. radians, jurensis, hircinus, Belemnites digitalis, tripartitus.*

2e — Marnes schisteuses et bitumineuses. — *A. serpentinus, Walcotii, capellinus, fimbriatus, radians, compressus, communis, Belemnites digitalis* (à la partie supérieure), *paxillosus* (à la partie inférieure), *Inoceramus gryphoides, Posidonomya Bronnii, Avicula substriata*, poissons et sauriens.

2e ét.

1er s.-ét. Argiles avec géodes. — *Amm. amaltheus, costatus, Belemn. paxillosus, breviformis, Turbo cyclostoma, Inoceramus substriatus.*

2e — Argile marneuse à oolithes ferrugineuses. — Dans l'argile ferrugineuse on trouve : *Belemnites niger* (*paxillosus*), *A. capricornus, Inoceramus pernoides, Gryphæa cymbium, A. fimbriatus, Davæi, amaltheus, Terebratula numismalis, rimosa, Pecten æquivalvis* (près du Harz, cette argile est sans fossiles).

3e — Marnes argileuses sans fossiles (représentant l'argile à *A. Turneri*, du Wurtemberg). — Le banc à *Pentacrinus* manque ici.

3e. . . . . . . Argile ferrugineuse et oolithe ferrugineuse. — *Amm. Bucklandi, Gryphæa arcuata, Avicula inæquivalvis.*

4e.

1er s.-ét. Argile sans fossiles, avec de petites couches de sable ferrugineux.

2e — Conglomérat coquillier avec des bancs de sable et de grès. — *Cardinia Listeri, Pecten glaber, Ostrea sublamellosa, A. angulatus* et *psilonotus.*

3e — Argile sans fossiles avec des lits minces de sable et de grès (La couche à ossements manque).

Trias. . . . . . . Marnes irisées.

(P. 220.) En comparant ensuite les couches jurassiques situées au nord du Harz avec celles du Wurtemberg, l'auteur trouve que

celles qu'il comprend sous le nom de *Jura brun* ne se correspondent pas dans les deux pays. Dans le Harz, le groupe est essentiellement argileux, formant de bas en haut une masse continue dont l'épaisseur dépasse celle du lias. En Wurtemberg, les divisions sont tracées par des assises calcaires et les argiles semblent n'être qu'accidentelles ; dans le Harz, le *Belemnites giganteus*, les *Ammonites Parkinsoni*, *macrocephalus*, l'*Avicula echinata*, l'*Ostrea costata* marquent de bons horizons, de même que les *Ammonites Lamberti* et *cordatus* avec la *Gryphœa gigantea* caractérisent l'Oxford-clay. Le banc à *Ostrea crista-galli* du sud manque au nord, ainsi que les niveaux de l'*Ammonites Parkinsoni* et de l'*A. macrocephalus* qui sont séparés dans le Wurtemberg, tandis qu'ils se confondraient au nord du Harz où l'on trouve aussi l'*A. coronatus*.

Ainsi, comme nous le disions en parlant du troisième groupe du Wurtemberg et au commencement de cette section, ses divisions n'ont rien de comparable à ce qui existe dans le Jura, en France et en Angleterre, ou sur le pourtour du bassin gallo-britannien. Ce qui nous avait frappé dans ces derniers pays, c'était la netteté et l'étendue des horizons géologiques, à la fois sous le rapport des roches et sous celui des fossiles. La Bourgogne, la Lorraine et la Franche-Comté nous avaient offert d'excellents types ; ici rien de semblable. On peut remarquer seulement que la base du groupe offre encore l'assise à *Ammonites opalinus* et à *Trigonia navis*, de même que l'Oxford-clay, quoique bien réduit, est toujours reconnaissable par ses principaux fossiles. C'est donc entre ces deux termes de la série que les divisions tendent à s'effacer, et si parfois elles ont quelque valeur ce n'est que sur un espace extrêmement restreint.

§ 4. — **Groupe du lias.**

Le lias, au contraire, nous présentera de nouveau les quatre étages que nous suivons depuis si longtemps à travers l'Europe occidentale, avec les mêmes débris organiques et un développement presque toujours comparable. Pendant cette période, dit M. Fréd.-Ad. Roemer (1), il semble que les conditions extérieures aient été plus

---

(1) *Die Versteinerungen des Nordd. Oolith. Gebirges*, in-4, p. 3, 1836.

uniformes qu'après, car ses fossiles se retrouvent les mêmes à de très grandes distances.

Le lias forme à la base du troisième groupe des terrasses étendues, composées de sédiments argileux, de teintes foncées, que l'auteur range dans quatre séries de couches correspondant sensiblement à nos quatre étages. Si la division du lias telle que nous l'avons adoptée est exacte et la plus conforme aux faits, ce que semble confirmer tout ce qu'on a vu jusqu'à présent, il est digne de remarque qu'elle fut proposée, pour la première fois, par M. Ad. Roemer dans cette petite région du nord de l'Allemagne, et qu'elle a passé inaperçue pour la plupart des géologues qui ont écrit sur ce sujet. M. de Strombeck lui-même s'est bien plus préoccupé des divisions proposées par M. Quenstedt pour le Wurtemberg que de celles déjà établies dans son propre pays.

Les quatre étages de M. Roemer sont de haut en bas, ou en renversant l'ordre qu'il a adopté : 1° schistes à Posidonomyes (*Die Posidonienschiefer*) ; 2° couches à Bélemnites (*Die Belemniten-schichte*) ; 3° calcaire à Gryphites (*Lias-Kalk*, *Gryphiten-Kalk*) ; 4° grès inférieur du lias (*unterer Lias Sandstein*).

1er Étage.

L'étage supérieur comprend des schistes calcaires, marneux, de teinte foncée, quelquefois noirs, à cassure mate et terreuse ; des couches minces, en dalles, souvent bitumineuses, à surfaces luisantes dans le sens des feuillets ; des nodules de sphérosidérites nombreux, aplatis, et des rognons de marne calcaire, solide, foncée, avec *Monotis substriata* (calcaire à *Monotis*). Les Ammonites appartiennent à la section des *falciferi*, celles de la section des *capricorni* ne s'y montrent pas encore. Les brachiopodes sont rares, et la *Posidonomya Bronnii*, Gold., y est au contraire très répandue, ainsi que la *Gervillia gryphoides*. Dans la roche noire d'Eschershausen, deux espèces de crustacés ont été rencontrées, et près d'Hildesheim des bois pétrifiés.

Ce premier terme du lias est le plus étendu des quatre, et partout il forme le *substratum* du troisième groupe oolithique. On l'observe principalement dans la vallée de l'Inner, d'Astenbeck jusqu'à Kl.-Förste. Son épaisseur est de 200 à 250 mètres. Il occupe toute la hauteur des pentes de la vallée et repose sur le grès du lias. En haut et en bas, on y trouve subordonnés des lits de marne de 0m,05 à 0m,21 d'épaisseur (*Tuttenmergel*). Cet étage est signalé aux environs de Goslar, près de l'Oker, à Dannhausen, près de Seesen, le long des murs de Quedlinburg, près de Wic-

kensen et Scharfoldendorf, d'Helmstadt, de Schöppenstedt, de Königslutter, de Rinteln et d'Herford, sur le Weser. Sa présence est douteuse à Porta-Westphalica (1).

Les fossiles sont surtout nombreux dans le voisinage d'Hildesheim et de Goslar. Dans la première de ces localités, une couche de marne rouge de 0m,25 à 0m,60 surmonte toute la série. On y trouve des nodules marneux, plus durs, de teintes plus claires, à gros grains, avec *Belemnites digitalis*, *Ammonites aalensis* et *hircinus*, *Corbis lævis*, *Rostellaria subpunctata*. C'est sans doute le représentant de l'assise ζ du Wurtemberg.

MM. Koch et Dunker (2) n'ont rien ajouté d'essentiel aux observations de M. Fréd.-Ad. Roemer, mais M. Ferd. Roemer, frère de ce dernier, dans sa coupe du Teutoburgerwald et de Gräfinghagen, deux lieues au sud-est de Bielefeld, signale des argiles schisteuses, noires, avec de grosses Bélemnites (3). Ces couches semblent se rapporter à ce niveau, ainsi que celles de quelques autres localités du même massif de collines.

M. L. Frapolli (4) n'a distingué aucune division du lias au nord du Harz, s'en référant à ce qu'en avaient dit M. Schuster et M. Arndt (5). Suivant M. Beyrich (6), le premier étage manquerait dans cette région, tandis que les autres sont très développés dans le centre de la chaîne de Quedlinburg. Sur sa carte géologique de Langelsheim à Blankenburg, le lias, divisé seulement en deux (supérieur et inférieur, *oberer* et *unterer Lias*), forme des bandes courtes, étroites et discontinues, autour d'Halberstadt (lias infé-

(1) M. Ferd. Roemer décrit cependant le long du Weser, au-dessous de Minden, sur la route de Rehme, des argiles schisteuses noires qui constituent des collines en terrasse au-dessous des couches oolithiques. On y a trouvé l'*Inoceramus dubius* et un fragment d'*Ammonites falcifer* (*Neu. Jahrb.*, 1845, p. 181).

(2) *Beiträge zur Kenntniss des Nordd. Oolith.-Gebilde*, p. 9, in-4, 1837.

(3) *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 269. — Voy. aussi : *Ibid.*, 1848, p. 789. — *Ibid.*, 1850, p. 384-403.

(4) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 748, 1847. — B. Cotta, Sur les plissements et les relèvements des dépôts secondaires au nord du Harz (*Neu. Jahrb.*, 1851, p. 417).

(5) Nous ne connaissons pas ce nom d'auteur. Peut-être est-ce M. Ahrend, *Geognost. Beschreib. d. Gebirgssch.*, etc. (*Bericht d. naturwiss. Vereins des Harzes*, 1840-41).

(6) *Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. I, p. 315, 1849, — *Ibid.*, vol. III, p. 567, pl. 15, 1851.

rieur), au nord d'Osterweck (supérieur et inférieur), où il s'appuie contre les marnes irisées et est recouvert par la série crétacée, puis au pied même du Harz, de Neustadt à Goslar.

M. de Strombeck a donné un tableau des divisions du lias et du groupe oolithique jusqu'au coral-rag, en les mettant en rapport avec celles de M. Quenstedt pour le Wurtemberg. Nous venons de reproduire (*antè*, p. 515) la portion de ce tableau qui concerne la région située au nord du Harz, en réunissant les deux parties du lias que l'auteur avait décrites dans des mémoires séparés (1).

Comme nous l'avait déjà montré M. Ad. Roemer, ce travail plus récent admet dans le lias quatre divisions ou étages, dont les caractères généraux sont parfaitement comparables à ceux de l'Europe occidentale et du sud de l'Allemagne. L'assise à *Ammonites opalinus*, *Trigonia navis*, *Nucula Hammeri*, repose, avons-nous dit, sur des bancs marneux, très argileux, avec *Ammonites radians*, *jurensis*, et quelques alvéoles de *Belemnites digitalis*. A deux lieues au nord-est de Brunswick, une colline d'argile foncée appartient à ce sous-étage, mais ne renferme point de fossiles ; c'est le *Jura noir supérieur* ζ du Wurtemberg Le second sous-étage comprend les argiles marneuses, schisteuses, bitumineuses, gris bleu, plongeant à l'O., remplies d'écailles de poissons et d'autres débris organiques. On y trouve un banc subordonné d'*Avicula substriata*. Le bitume est fort répandu dans les schistes marneux ; le fer sulfuré en rognons y est rare, ainsi que l'acide phosphorique. Cette assise, d'une épaisseur de 16 mètres, représente donc les schistes à Posidonomyes du sud ; seulement le *Belemnites acuarius* et les Pentacrines ne s'y montrent pas, et la roche est plus calcaire. Ce serait un dépôt littoral formant une bande étroite, et s'il existe une couche déposée sous des eaux plus profondes, elle doit être représentée par une argile sans fossiles et schisteuse qui y passe quelquefois.

2e Étage.

M. Fréd.-Ad. Roemer (2) comprend sous la dénomination de *couches à Bélemnites*, proposée par de Gerville dès 1813 et adoptée plus

---

(1) *Ueber den oberen Keuper bei Braunschweig* (*Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. IV, p. 54, 1852).—*Der obere Lias und braune Jura bei Braunschweig* (*Ibid.*, p. 81, 1853). — Voy. aussi : Quenstedt, Sur le Rautenberg, son lias, ses fossiles et la craie qui le recouvre près de Schöppenstedt (*Arch. f. Naturg.*, etc , de Wiegmann, vol. I, p. 254, 1836).

(2) *Die Versteinerungen des Nordd. Oolith. Gebirges*, p. 4. in-4, 1836.

tard par Dufrénoy, un grès ferrugineux, à grain fin, gris ou jaune clair, renfermant une marne ferrugineuse, brun rouge, à gros grain, caractérisée par des Ammonites de la famille des *capricorni*. On y trouve aussi l'*A. depressus*, des *Spirifer*, les *Pentacrinus basaltiformis* et *subangularis*, les *Terebratula variabilis*, *numismalis*, *hastata*, *vicinalis*, et la *Gryphæa cymbium*. Ces couches s'observent près de Villershausen et de Kahlefeld, entre Seesen et Nordheim, puis à Mark-Oldendorf, près d'Orthausen, non loin de Bockenem, à Sommerscheburg et Rottdorf, à Kleip, près Helmstädt, dans le Silbergrund, entre Falkenhagen et Polle, sur le Weser, et au pied du Hainberg, près de Göttingen. Partout les fossiles y sont fort abondants.

MM. Koch et Dunker (1) ont aussi constaté les caractères de cet étage, et M. Ferd. Roemer (2) a signalé, aux environs de Minden, à Bibrock, non loin d'Herford, des schistes marneux, noirs, exploités pour l'amendement des terres, et renfermant l'*Ammonites Bronni*, Ad. Roem., qui occupe le même niveau en Wurtemberg, puis le *Belemnites paxillosus*, les *Terebratula numismalis* et *rimosa*, l'*Helicina expansa*, caractéristiques de la partie moyenne du lias dans le nord et le sud de l'Allemagne, l'*A. depressus* et un *Cidaris*, n. sp. Les *Ammonites capricornus* et *ziphius* se rencontrent ailleurs dans des couches du même âge qui ont quelque représentant dans la chaîne du Teutoburgerwald (3).

La vallée de l'Innerste, dit M. Hermann Roemer (4), est ouverte dans le *lias supérieur* composé d'argile schisteuse, ou de schistes argileux, solides, avec du fer sulfuré, du bitume, des sphérosidérites, et traversés de veines de calcaire spathique. On y trouve l'*Ammonites substriata*, Münst. Sans s'astreindre à limiter très nettement les divisions du groupe, l'auteur établit ses rapports avec les marnes irisées qui forment une autre partie des pentes de la vallée. Un forage entrepris à Hildesheim en 1838 n'avait pas traversé le lias à la profondeur de 160 mètres. Au nord de la ville, les couches s'étendent dans diverses directions, et au sud de la ligne de soulèvement, elles entourent la base des collines crayeuses

(1) *Beiträge zur Kenntniss des Nordd. Oolith. Gebildes*, p. 9, 1837.

(2) *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 189. — *Ibid.*, 1848, p. 789.

(3) Ferd. Roemer, *Neu. Jahrb.*, 1845, pl. II, fig. B. — *Ibid.*, p. 269. — *Ibid.*, 1850, p. 384.

(4) *Zeitschrift*, etc., vol. III, p. 495, 1851.

d'Alfeld. Aux environs de Gronau, le lias atteint sa plus grande importance, et les fossiles du calcaire argileux, bleu, avec minerai de fer en grain, caractérisent sa partie moyenne.

Dans le bassin situé entre le Weser et la Leine, ce groupe acquiert une épaisseur considérable. Il affleure dans la partie sud de la région d'Hilsmulde, y devient très puissant, et y renferme les lits de marne du premier étage que nous avons vu désignés sous le nom de *Tuttenmergel*, et remplis de sphérosidérites. Le lias constitue aussi le dépôt le plus récent du bassin d'Eimbeck, où il n'est recouvert que par une argile sableuse, quaternaire. Par places, on le voit reposer sur les marnes irisées, et à Nordheim, où il est caractérisé par l'*Ammonites costatus*, il surmonte le muschelkalk.

Plus à l'est, dans la chaîne de Quedlinburg, le lias supporte le *calcaire pläner* crétacé, depuis Halberstadt jusque vers Ditfurth. Vers le haut abondent, avec les sphérosidérites, les Bélemnites, les *Ammonites costatus* et *amaltheus* (1). Dans le tableau précité (p. 515), trois assises ou sous-étages constituent, d'après M. de Strombeck (2), la seconde division du lias au nord du Harz, mais dans le texte de ses deux mémoires, ces divisions nous semblent moins nettement tracées. De la comparaison de diverses coupes, l'auteur déduit la série suivante, à partir des marnes schisteuses et bitumineuses du premier étage :

1° Argile gris bleu, sans fossiles, renfermant du fer sulfuré, d'une épaisseur variable, se liant au calcaire à Bélemnites sous-jacent qu'elle accompagne toujours. (Manque dans le tableau.)

2° Argile avec géodes, *Ammonites amaltheus*, *costatus*, *Belemnites breviformis*, *paxillosus*, *Turbo cyclostoma*, *Inoceramus substriatus*.

3° Marnes argileuses, grises, plus ou moins solides, très crevassées, avec des oolithes ferrugineuses qui quelquefois constituent la masse entière et sont exploitées comme minerai (Calefeld). Leur épaisseur est de 10 mètres à Rottorf et de 5 en moyenne. Les fossiles sont très nombreux, particulièrement entre Salzdahlum, Apelnstedt et Ahlum, puis au nord-ouest de Brunswick où ils viennent affleurer sous le diluvium. On peut citer, outre ceux qu'in-

(1) Beyrich, *Zeitschr. der Deutsch. geol. Gesellsch.*, vol. I, p. 315, 1849. — *Ibid.*, vol. III, p. 567, pl. 15, 1851. — *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 620.

(2) *Ibid.*, vol. IV. p. 54, 1852. — *Ibid.*, vol. V, p. 87, 1853.

dique le tableau, la *Pholadomya ambigua*, Sow., la *Lutraria ovalis*, Roem., le *Pecten æquivalvis*, Sow., le *Spirifer rostratus*, Schloth., le *Trochus anglicus*, Sow., l'*Helicina expansa*, id., les *Ammonites Bechei* et *Loscombi*, id.

4° Masse puissante d'argile gris bleu, avec des géodes de fer et sans fossiles.

M. de Strombeck fait remarquer que l'*A. amaltheus* est très abondante et très variée (*A. amaltheus*, *nudus*, *gibbosus* et *spinosus*, Quenst.) dans la troisième assise, particulièrement à Schmalenberg, avec l'*A. capricornus*, mais que cette espèce ne se montre jamais plus bas au nord du Harz ; elle caractérise toujours le *lias moyen* de l'auteur. L'*A. Loscombi* occupe le même niveau en Wurtemberg et en France.

Étage. L'étage du calcaire à Gryphées arquées est ici moins développé que dans le sud de l'Allemagne. C'est une marne bleu foncé avec fer sulfuré et des concrétions marneuses (bords de la Wöherde près d'Engern sur le territoire de Ravensberg). On y trouve la *Gryphœa arcuata*, la *Modiola lœvis*, Sow., et des Ammonites de la section des *arietes*. Près de Schöppau, non loin de Königslutter (Brunswick), c'est un grès jaunâtre, très ferrugineux, brun, à gros grain avec *Ammonites natrix*, Schloth. Les couches de la rive gauche de la Leine près de Göttingen en font partie (1), et le même horizon a été constaté près de Rocklum, au Rantenberg près de Schöppenstedt, où ce sont des calcaires marneux, ferrugineux, oolithiques, jaune brun, peu solides et peu épais. Il nous semble peu probable que, comme le disent MM. Koch et Dunker (2), la Gryphée arquée se trouve non loin de Göttingen, associée aux Bélemnites et à la *G. cymbium* dans des assises plus élevées que son niveau ordinaire.

Dans le comté de Schaumburg, le lias s'étend sur la rive droite du Weser et un peu au delà de la rive gauche. Dans le Wichengebirge, aux environs d'Herford, le lias est très épais, dit M. Ferd. Roemer (3). La partie la plus inférieure est composée de schistes noirs avec *Ammonites Bucklandi*, *Conybeari*, *Turneri*, et une grande quantité de Gryphées arquées. Près de Kirchdornberg, ce

(1) Fréd. Ad. Roemer, *loc. cit.*, p. 4, 1836. — *Ibid.*, *Nachtrag*, p. 2, 1839. — J. G. Bornemann : *Ueber Lias in der Umgegend von Göttingen*, in-8, avec pl., 1854.

(2) *Loc. cit.*, p. 9.

(3) *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 189. — *Ibid.*, 1848, p. 789. — *Berichte ueber die Mittheil. von Freunde*, vol. III, 25 juin.

dernier fossile se trouve dans une argile foncée avec des rognons calcaires solides. Enfin les étages 2 et 3 se prolongent à l'ouest et au nord-ouest du Teutoburgerwald et du Wesergebirge sur une étendue de pays assez considérable (1).

Dans les collines au nord du Harz le troisième étage fait partie d'un ensemble de couches fort important, essentiellement composé de grès avec des argiles, des minerais de fer et des calcaires argileux et sableux subordonnés. Dans la vallée centrale ou ride de Quedlinburg, on peut l'observer surtout près du moulin d'Hinterkley. A l'est de la ville, ce sont des grès de teinte claire qui recouvrent les glaises des marnes irisées. Ils appartiennent au quatrième étage du lias et se voient au-dessus de Börneke. Au pied du Ochsenkopf, la *Gryphæa arcuata* est très répandue dans des strates redressés verticalement. Aux environs d'Halberstadt, dit M. Beyrich (2), la composition du lias inférieur est mieux développée qu'en aucune autre localité. De cette ville à Dipfurth il supporte le *calcaire planer*, et des restes de végétaux, particulièrement des équisétacées, abondent dans les grès.

Autour de Brunswick le même étage est encore composé de roches ferrugineuses, sableuses et argileuses d'un jaune d'ocre, quelquefois avec du fer oolithique ; il est divisé en bancs de 0m,16 à 0m,64, et atteint 16 mètres et même davantage d'épaisseur totale. Les fossiles, soit pourvus de leur test, soit à l'état de moules ou d'empreintes, y sont nombreux (*Gryphæa arcuata*, *Ammonites Bucklandi* et d'autres *arietes*, *Nautilus aratus*, *Avicula inæquivalvis*, *Cardinia concinna*, *Lima gigantea*, *L. duplicata*, *Terebratula vicinalis*, *T. triplicata*, mais point de Bélemnites). M. de Strombeck (3) signale un grand nombre de localités où cet étage peut être observé.

4e Étage.

Enfin la base de la formation est encore représentée dans le Hanovre par le grès inférieur du lias que décrit M. Fréd.-Ad. Roemer (4) comme reposant immédiatement et d'une manière concordante sur les marnes irisées auxquelles il passe par degrés en devenant de plus en plus marneux. Au-dessus sont ces bancs de

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 384.
(2) *Zeitschr. der Deutschl. geol. Gesells.*, vol. I, p. 31, 1849. — *Ibid.*, vol. III, p. 567, avec carte, pl. 15, 1851.
(3) *Ibid.*, vol. IV, p. 63, 1852.
(4) *Die Versteinerungen der Nordd. Ool. Gebirges*, p. 3, 1836.

grès jaunâtre à gros grain avec des traces de fossiles, et les couches les plus élevées offrent des empreintes de plantes. Cette série a été quelquefois rapportée au trias, mais les teintes foncées des assises les plus basses et qu'on n'observe jamais dans les marnes irisées, de même que les fossiles qu'a signalés Hoffmann dans les parties élevées d'Helmstadt, ne permettent pas de séparer le tout du lias. Les grès sont très développés au nord de cette dernière ville, ainsi que dans la chaîne de collines d'Astenbeck, à Klein-Giessen, sur la rive gauche de l'Innerste, dans les carrières d'Hildesheim, etc.

On a déjà vu qu'au nord du Harz, cet étage était également représenté entre les marnes irisées et les couches à Gryphées arquées. On y peut distinguer, à partir de ces dernières, trois assises que M. de Strombeck (1) caractérise comme il suit :

1° Argile gris bleu, foncée, avec des géodes ferrugineuses et sans fossiles. L'argile alterne vers le haut avec des sables jaunes et blancs ;

2° Grès schisteux, gris blanc ou jaune brun, et calcaire argilo-sableux, associés avec des argiles gris bleu et des sables jaunes. Les fossiles nombreux sont à l'état spathique. L'épaisseur de 4 à 10 mètres est très variable à de petites distances. La succession des couches se voit très bien dans la coupe de Pobsdorf où l'on a de haut en bas, à partir des dépôts récents :

a. Argile ferrugineuse, jaune brun, avec *Gryphæa arcuata* et *A. Bucklandi*.
b. Alternances d'argile gris bleu et de sable jaune.
c. Sable jaune.
d. Argile gris bleu avec des géodes ferrugineuses et sans fossiles.
e. Schiste sableux et siliceux jaune et brun.
f. Conglomérat avec *Cardinia*.
g. Argile sableuse et lits de sable jaune.
h. Argile gris bleu avec des géodes ferrugineuses et sans fossiles.
i. Grès.

Dans la coupe de Rohrsheim on voit également toute la série depuis les marnes irisées que recouvrent les grès tendres jusqu'aux couches à Bélemnites du deuxième étage. Les fossiles du quatrième sont les *Cardinia Listeri*, Ag., et *hybrida*, id., dans les bancs calcaires et dans les grès schisteux et siliceux, puis le *Pecten glaber*,

(1) *Zeitschr.*, etc., vol. IV, p. 58-63, 1852.

Hehl, l'*Ostrea lamellosa*, Dunk., l'*Ostrea irregularis*, Münst., les *Ammonites angulatus*, Schloth., *psilonotus*, Quenst. (*Hagenowii*, Dunk.), les *Plagiostoma duplicata*, Sow., et *Hermanni*, Voltz. Les Ammonites de la section des *arietes* comme les Bélemnites et les Gryphées y manquent tout à fait. Les brachiopodes de la section des *pugnacæ*, de Buch, sont très rares. De petites coquilles univalves y sont fort abondantes, et toutes étant brisées annoncent un dépôt littoral.

L'auteur signale de nombreuses localités où ces couches ont été observées, autour de Brunswick, et rappelle le travail de M. Dunker (1) qui a fait connaître la faune et la flore très riches de Sperlingsberg près d'Halberstadt. Ce dernier a particulièrement décrit et figuré 1 Planorbe, 3 Paludines, 1 *Rissoa*, 3 Mélanies, des Ampullaires, Néritines, Tornatelles, Pleurotomaires, 5 Patelles, des Ammonites, etc., ainsi que les plantes de la même localité et de Quedlinburg, telles que le *Clathropteris meniscioides*, le *Camptopteris Nilssoni*, le *Glossopteris Nilssoniana*, des *Thœniopteris*, *Hemitilites*, *Odontopteris* et 7 cycadées (*Pterophyllum*, *Nilssonia*, *Zamites*). Les fossiles se montrent également dans les grès.

Ce sous-étage repose sur l'argile de l'assise inférieure (n° 3) qui affleure au sud-ouest d'Halberstadt, et, en son absence, sur les marnes irisées. A l'ouest, son développement est plus uniforme. Le calcaire bleu est employé pour la fabrication des ciments avec une addition d'argile siliceuse. Le *Cardinia Listeri* est rare dans les calcaires, mais les *Ammonites raricostatus*, Ziet., Quenst., *colubratus*, Ziet. (*angulatus*, Schloth.), la *Lima gigantea*, la *L. Hartmanni*, la *Pinna Hartmanni*, tous de grandes dimensions, s'y trouvent fréquemment. De même que ci-dessus, il n'y a ni Ammonites *arietes* ni Gryphées arquées, et l'*A. psilonotus* ne s'y montre pas non plus. Près d'Helmstedt, des grès bruns, blancs ou jaunes, peu épais, se voient au même niveau sous les couches à *Cardinia*, et reposent sur d'autres grès qui dépendent des marnes irisées.

3° Enfin l'assise la plus inférieure du groupe et de la formation jurassique elle-même dans ce pays est une argile gris bleu, plastique ou sablonneuse, d'environ 30 mètres d'épaisseur par places, ren-

---

(1) *Ueber die im dem Lias bei Halberstadt Vorkommenden Versteinerungen*, in-4, 7 pl. (*Palæontographia*, *Beiträge zur Naturgesch. der Vorwelt*, vol. I, p. 34, 107, 113 et 319, 1847. — Supplém., p. 176, 1848).

fermant des lits de marnes (*Tuttenmergel*) et des géodes ferrugineuses. On les observe sur divers points, et l'on n'y rencontre pas de fossiles, si ce n'est des Calamites (*C. arenaceus*), des bivalves indéterminées (*Cardinia?*) et l'*Asterias lumbricalis*.

M. de Strombeck rapporte aux marnes irisées un grès quartzeux, à petits grains, d'un blanc pur ou brun jaunâtre, solide, à ciment siliceux, quelquefois friable, avec du kaolin, et dont l'épaisseur atteint jusqu'à 30 mètres et davantage. Il devient schisteux vers le haut et vers le bas, renferme des veines de charbon, et vers sa partie inférieure passe aux marnes irisées proprement dites.

Le même savant s'est attaché aussi à faire voir les analogies et les différences que présentaient les diverses assises du lias dans le nord et le sud de l'Allemagne, mais depuis, M. F. Rolle (1) a traité ce sujet plus complétement encore ; aussi exposerons-nous les principaux résultats du travail de ce dernier, qui sera une sorte de résumé de ce que nous avons dit du lias dans les chapitres VI et VIII.

§ 5. — Parallèle du lias du nord et du sud de l'Allemagne.

La communication de la mer jurassique du nord de l'Allemagne avec celle du sud ou du Wurtemberg et de la Bavière paraît être encore très énigmatique. Peut-être avait-elle lieu le long des roches triasiques par Göttingen, Eisenach, Gotha, Cobourg et Cassel, comme le feraient présumer certaines traces des étages inférieurs identiques de part et d'autres, et qui seraient les témoins de l'ancienne extension des dépôts (2). La comparaison des groupes jurassiques inférieur et supérieur des portions isolées du nord et du sud prouve au moins que les deux mers, si elles ont été en relation directe pendant la période du lias, ont cessé de l'être ensuite (3). Au nord du Teutoburgerwald les couches jurassiques ont été amenées au jour lors du soulèvement de cette chaîne. Le lias y est compris, et le pays, considéré dans son ensemble, montre les strates juras-

---

(1) *Versuch Vergleichung des Nordd. Lias*, etc., 1853, Homburg von der Höhe.

(2) Voy. Gumprecht, *Neu. Jahrb.*, 1842. — Gutberlet : *Ibid.*, 1847. — Credner, Sur le lias des environs d'Eisnach, *Ibid.*, 1842, n° 1. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 748, 1842. — Carte de Papen, pour la Westphalie et la région au nord du Harz.

(3) Credner, *Uebersicht der geogn. Verhältn. d. Thüring. und Harz*, Gotha, 1843.

siques formant deux chaînons parallèles séparés par des collines du trias qui courent dans le même sens. Il en est encore de même à l'est du Harz, où des bandes étroites se dirigent au N.-E. le long de la grauwacke dont elles sont séparées par le trias.

M. Rolle procède à l'examen des diverses parties du lias en allant de bas en haut, et nous le suivrons ici dans cette marche inverse de la nôtre. Nous nous conformerons en même temps à notre propre classification, dont nous avons établi suffisamment les rapports avec celle de M. Quenstedt adoptée par M. Rolle.

4e Étage.

L'auteur considère le grès supérieur des marnes irisées comme faisant partie du lias (grès jaune, grès de Buchstein ou grès inférieur du lias, Roem.). Dans le sud de l'Allemagne, on a vu qu'une couche à ossements séparait les deux formations; cette couche manque dans le nord, où, au-dessus du grès, vient le lias proprement dit. En Wurtemberg, on observe des bancs de marnes solides à la partie supérieure de celui-ci, et les assises intermédiaires ont de 70 à 100 mètres. Dans le nord, au contraire, au grès jaune succède une série de couches variables suivant les points, des argiles ou des schistes marneux et bitumineux, des marnes argileuses, ferrugineuses, jaune brun ; enfin des calcaires et des grès d'une épaisseur considérable. Des bancs ferrugineux oolithiques moins épais y sont subordonnés. Suivant Hoffmann (1), cette partie inférieure du groupe, qui comprend ainsi le grès jaune avec les assises ferrugineuses et marneuses au-dessus, aurait 70 mètres d'épaisseur, tandis que M. Roemer n'assigne que 30 mètres au lias proprement dit qui vient ensuite. Le chiffre total de 200 à 270 mètres que donne ce dernier géologue, en y comprenant les schistes à Posidonomyes, paraît être fort exagéré, et celui de 100 mètres adopté par Hoffmann serait plus près de la vérité. La puissance des autres termes de la série (δ et ζ Quenst.) est encore indéterminée, mais en général le lias du nord de l'Allemagne semble avoir une épaisseur double de celle du sud (2).

Dans le nord, poursuit M. Rolle, le grès jaune qui recouvre les marnes irisées est plus développé que dans le Wurtemberg, et il es rapporté tantôt au trias tantôt au lias. Le grès alterne avec des argiles grises. Dans la Thuringe, autour de Gotha, d'Eisnach, suivant

(1) *Nordwestl. Deutschl.*, p. 449.

(2) Cette appréciation est peu d'accord avec ce que l'on a dit de l'épaisseur du lias dans le Wurtemberg (*antè*, p. 475)

M. Credner (1), il y a 20 à 25 mètres de grès solide avec des veines de charbon disséminées çà et là ; au-dessus vient le grès à *Equisetum*. Dans le Brunswick, la même assise atteint une trentaine de mètres d'épaisseur. Vers le haut, est une couche composée, comme on l'a dit, de coquilles bivalves indéterminables avec l'*Asterias lumbricalis*, et qui se retrouve au même niveau à Cobourg et à Banz. Elle est recouverte par une assise puissante qui la sépare des bancs à fossiles du lias.

Malgré ce qu'on vient de dire de l'absence de la couche à ossements, elle paraît être représentée à Kley, près de Quedlinburg (2), par deux strates dans lesquels on a observé des empreintes de poissons. L'*Acrodus minimus* qui appartient à ce niveau, en Angleterre comme dans le Wurtemberg, ne s'y est cependant point rencontré. Le banc à ichthyolithes de Göttingen appartient aux marnes irisées.

L'auteur range dans son *lias inférieur* les assises α et β Quenst. En Wurtemberg, une roche jaunâtre, gris clair, peu épaisse est caractérisée par l'*Ammonites psilonotus*, Quenst., la *Corbula cardioides*, Phill., et par d'autres fossiles. Au-dessus est une argile foncée, un grès calcaire gris bleu ou jaune (*Malmstein*) qui, outre les fossiles caractéristiques de cette première division, renferme encore l'*Ammonites angulatus*, Schloth., et le *Cardinia concinna*, Ag. Suivant M. Rolle, ces deux premières assises qui succèdent au grès jaune devraient être séparées de celles qui, placées au-dessus, sont encore comprises dans la division α de M. Quenstedt, et cela à cause de l'absence d'Ammonites de la section des *arietes*, de l'*Avicula inæquivalvis* et de la Gryphée arquée remplacées par l'*Ostrea irregularis*, Gold., et quelques formes voisines. Or, si on se le rappelle, ce sont précisément ces motifs qui nous ont fait diviser aussi le sous-étage α, et placer ces premières assises dans notre quatrième étage au lieu de les réunir au troisième.

Dans le nord de l'Allemagne, ces deux assises à *Ammonites psilonotus* et *angulatus* ne sont plus distinctes, et forment un tout bien séparé, au contraire, de ce qui vient au-dessus où l'on trouve les mêmes fossiles qu'au sud. On remarque alors une correspon-

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1842-43. — *Thuringen und der Harz*, avec carte, par E. de Sydow et H. Credner, petit in-folio, Gotha.

(2) Quenstedt, *Handbuch der Petrefactenkunde*, p. 175. — Dunker, *Palæontographia*, etc., vol. I, p. 117.

dance manifeste entre cette partie du lias du nord et celui de l'Alsace où les deux assises ne peuvent pas non plus être séparées. L'ensemble n'en est pas moins caractérisé par les mêmes débris organiques.

L'argile sans fossiles de Schöppenstedt, placée au-dessus du grès jaune, a une trentaine de mètres d'épaisseur, puis viennent les couches à *Cardinia concinna*, de 3 à 10 mètres, celles d'Halberstadt et de Quedlinburg avec les *Ammonites psilonotus* et *angulatus*, les *Cardinia Listeri*, *concinna*, etc. ; plus haut les argiles bleues, enfin les couches à Ammonites de la section des *arietes*, caractérisant le troisième étage. Le quatrième est peu épais aux environs d'Halberstadt. Les calcaires et les sables meubles y renferment beaucoup de débris organiques. Aux environs de Quedlinburg sont des empreintes de plantes. L'auteur ne se prononce pas sur les caractères et le gisement des coquilles d'eau douce décrites par M. Dunker, et dont on n'a pas encore trouvé les analogues au sud. Quant aux plantes des localités précédentes, plusieurs ont été citées dans les grès de Hör en Scanie, et se retrouvent dans le lias des environs de Metz et de Cobourg. Les autres fossiles rappelés par M. Rolle (p. 16) lui font conclure que l'ensemble de la faune est analogue au nord et au sud, qu'il représente surtout l'horizon des *Ammonites psilonotus* et *Hagenowi*, et que l'*A. angulatus* est moins constant dans la première région que dans la seconde.

3e Étage.

(P. 18.) On a vu que l'assise supérieure seule de la division α de M. Quenstedt appartenait à notre troisième étage, caractérisé par les Ammonites (*arietes*), la Gryphée arquée, l'*Avicula inæquivalvis*, etc., bien que cette dernière coquille s'élève aussi dans la division suivante β. C'est le gisement de la première Bélemnite (*B. brevis*, Blainv.). Dans la région nord, cet horizon est très développé à Schöppenstedt, et séparé du précédent par une argile sablonneuse, ferrugineuse, sans fossiles, jaune d'ocre, quelquefois oolithique, de 16 à 17 mètres d'épaisseur. L'*Ammonites Bucklandi*, le *Nautilus aratus*, le *Cardinia concinna*, qui y atteint des dimensions aussi remarquables qu'en Lorraine, la *Lima gigantea*, etc., abondent ici comme dans les couches correspondantes du Wurtemberg. Cependant le *Belemnites brevis* n'y ayant pas été rencontré, l'auteur soupçonne que ces dépôts du nord pourraient bien être plus anciens que ceux du sud. L'assise supérieure à Pentacrines manque également dans le duché de Brunswick.

Nous avons dit que dans le Wesergebirge et le Teutoburgerwald, aux environs d'Herford, les couches les plus basses qui affleuraient

au jour étaient encore des argiles foncées avec *Ammonites Bucklandi*, *Conybeari*, *Gryphæa arcuata*, etc. A Eisenach, à Mosenberg, ces mêmes couches peu épaisses, discontinues, sont des argiles marneuses, gris jaune, reposant sur le grès des marnes irisées. Ce sont des lambeaux qu'ont laissés les grandes dénudations anciennes. Dans la Hesse et dans le pays de Waldeck, on en observe encore de semblables (1).

2e Étage. (P. 20.) Nous avons placé à la base du second étage la division ou sous-étage ε de M. Quenstedt, caractérisé par les *Ammonites Turneri*, *oxynotus*, *capricornus*, *bifer*, *raricostatus*, le *Pentacrinus scalaris*, etc., et surmonté du sous-étage γ ou marne solide à *Terebratula numismalis* et *Gryphæa cymbium*. Si cette division existe dans le nord de l'Allemagne elle ne paraît pas y être aussi nettement définie. Même dans le Wurtemberg, les fossiles ne sont pas nombreux et quelquefois manquent tout à fait. Aux environs d'Osnabruck et de Miebeke, non loin d'Oster-Kappeln, il y a, suivant M. Guibel, au-dessus du calcaire β, une argile bitumineuse employée pour fabriquer des crayons, mais on n'y signale point de fossiles qui la rattachent au sous-étage ε de la Souabe. Celui-ci manquerait également dans le Brunswick, où les couches à Ammonites *arietes* sont surmontées d'une argile bleu gris, épaisse, sans débris organiques, recouverte par les couches à Bélemnites du sous-étage γ. Les *Ammonites oxynotus*, *bifer*, et le *Pentacrinus scalaris* manquent dans le nord de l'Allemagne.

Les marnes à *Terebratula numismalis* du Wurtemberg (γ Quenst.) de 10 mètres d'épaisseur, très riches en fossiles, surtout en Bélemnites, le sont également dans le nord. De part et d'autre, elles sont caractérisées par les *T. numismalis*, *rimosa*, et par la *Gryphæa cymbium*. Les bancs inférieurs renferment particulièrement l'*Ammonites Taylori*; ceux qui viennent ensuite, les *A. Jamesoni*, *Valdani*, *polymorphus*, *Bronni*, *natrix*, et les plus élevés, les *A. lineatus*, *striatus*, *Davœi*, etc. Quelques espèces, telle entre autres que l'*A. costatus*, remontant encore plus haut, unissent les sous-étages γ et δ. Les marnes du Wurtemberg sont remplacées dans le nord par des grès jaunes ou gris, remplis d'oolithes ferrugineuses, puis par des calcaires marneux, ferrugineux, où abondent les Ammonites, les Bélemnites et toutes les coquilles qui caractérisent au sud le sous-

(1) Dreves, Sur la constitution géol. du pays de Waldeck, *Neu. Jahrb.*, 1841, p. 547. — Gutberlet, *Ibid.*, 1847.

étage γ. A Willershausen, Kahlefeld, Markoldendorf, la couche d'oolithe ferrugineuse est très riche en restes organiques que cite M. Rolle et sur lesquels il donne beaucoup de détails (p. 23).

L'*Ammonites globosus* se trouve en Wurtemberg dans les trois divisions β, γ, δ, de même que l'*A. amaltheus* et le *Belemnites paxillosus*. Près de Göttingen, la division γ, formée par un calcaire gris jaune, repose directement sur les marnes irisées. Les couches d'Hainberg appartiennent bien au second étage, mais elles ne correspondent pas exactement au sous-étage γ. Certaines espèces y manquent, telle que la *Terebratula rimosa*, tandis que d'autres, comme le *Turbo cyclostoma*, annoncent déjà le voisinage de l'assise δ placée au-dessus, de sorte qu'on peut y voir le passage de l'une à l'autre. Sur les bords mêmes du Weser, l'assise γ est mieux caractérisée. Ainsi, près d'Herford, se montre l'*Ammonites Bronni* très particulière à cet horizon dans le Wurtemberg, et qui se rapproche beaucoup de l'*A. polymorphus*, puis le *Belemnites paxillosus*, les *Terebratula rimosa*, *numismalis*, etc.

Dans le Wurtemberg, l'argile foncée, peu solide, avec *A. amaltheus*, *Belemnites paxillosus* (δ Quenst.), n'a que les *A. costatus* et *striatus* communes avec la division sous-jacente (γ). Les acéphales et les radiaires offrent un plus grand nombre d'espèces communes. Dans la Bavière, on trouve l'*A. costatus* au lieu de l'*A. amaltheus*; mais au nord du Harz l'équivalent de cette argile paraît être difficile à reconnaître ou bien il y est peu développé. A Lühnde, cependant, près d'Hildesheim, on cite, outre les espèces que nous venons de nommer, les *Ammonites lineatus*, *radians*, le *Pecten æquivalvis*, la *Lutraria unioides*, etc. Autour de Bentlage en Westphalie, une roche argileuse noire renferme les *Ammonites amaltheus*, *costatus*, et le *Belemnites paxillosus*. Dans la Thuringe, on rencontre des lambeaux isolés de la même assise, comme au Kohlberg près Eisenach et au Remberg près de Gotha.

1er Étage.

Le premier étage du Wurtemberg se sépare du second d'une manière tranchée, quoique le *Belemnites paxillosus* soit commun à tous deux Nous avons donné, sur sa composition et ses fossiles, des détails qui nous permettent de n'y plus revenir. Dans le nord de l'Allemagne, M. Rolle trouve que son développement est plus considérable, mais ce sont toujours de petites couches de schistes foncés tout à fait semblables aux précédents, des plaques ou des rognons calcaires argileux, solides, noirs, remplis de *Monotis substriata*. Cette série, si répandue et si importante, forme partout le

substratum des groupes oolithiques. Près d'Hildesheim, elle recouvre directement le grès supérieur des marnes irisées. Elle existe en Westphalie, et, près de Gotha, une marne avec *Cardium truncatum*, *Modiola minima*, appartiendrait à la base de l'oolithe inférieure.

A cette assise ε de la classification de M. Quenstedt succède, dans le sud, la division ζ, caractérisée par les *Ammonites jurensis*, *radians*, *insignis*, les *Belemnites digitalis*, *acuarius* et *tripartitus*. Quoique très mince, elle s'étend à travers le Wurtemberg et la Bavière jusqu'au Main, en formant la limite des groupes 3 et 4. Dans le nord, elle ne constitue pas un repère aussi bien marqué. L'*A. radians* et le *Belemnites digitalis* la caractérisent près de Poll. Elle existe entre Goslar et l'Ocker, et l'*A. opalinus* s'y trouverait associé à l'*A. radians*, aux *Belemnites breviformis*, *digitalis*, *subclavatus* et *tripartitus*.

Enfin l'assise à *A. opalinus*, *Trigonia navis*, *Nucula Hammeri* (α), base du troisième groupe oolithique, renferme ces fossiles dans le nord comme dans le sud de l'Allemagne.

CHAPITRE IX.

FORMATION JURASSIQUE DE LA RÉGION DES CARPATHES.

L'immense bassin dont les eaux se réunissent à la Theis, au Danube lui-même et à la Drave, circonscrit au nord par la chaîne des Carpathes proprement dite, à l'ouest par les montagnes qui séparent la vallée de la Waag de celle de la March, à l'est et au sud-est par les montagnes de la Transylvanie et du Banat, est ainsi limité par une courbe représentant à peu près les trois quarts d'un cercle, et dont la corde serait marquée par le cours de la Drave et le prolongement de celui du Danube jusqu'à Widdin.

On peut distinguer, à l'intérieur de cette courbe, trois différentes régions montagneuses : la première au nord-est, de beaucoup la plus considérable, largement arquée, mais dirigée moyennement du N.-O. au S.-E., des environs de Teschen jusqu'à Kronstadt, sur la frontière de la Valachie, peut être divisée elle-même en partie occidentale comprenant le Tatra et en partie orientale ; la seconde, dirigée N.-E., S.-O., comprise entre les bassins de la Waag et de la March jusqu'au Danube, constitue les petites Carpathes ou chaîne de Posing ; la troisième au sud-est, dirigée de même, forme la chaîne du Banat qui atteint le Danube à Orsova (1). A l'intérieur de cette surface qu'arrosent d'innombrables cours d'eau, on remarque une ride ou ligne de partage assez nettement accusée, courant, comme les deux dernières, des environs de Kaschau à Waitzen. Une partie est désignée sous le nom de *chaîne de Néograde*, et elle continue au delà du Danube sous celui de *Bakony-Wald*, pour se prolonger encore au nord du lac de Platten ou Balaton.

Les cartes géologiques, dans l'espace dont nous venons d'esquisser les limites, indiquent, sur beaucoup de points, la présence de dépôts

(1) Des calcaires rapportés à la formation jurassique s'élèvent sur les deux rives du Danube, et un étroit défilé, où s'ouvrent de nombreuses cavernes jusqu'à Orsova, présente des strates contournés ou fort inclinés (J. J. Huot, *Voyage dans la Russie méridionale, sous la direction de* M. Demidoff, vol. II, p. 276, 1842).

jurassiques; mais nous connaissons encore bien peu de descriptions détaillées qui justifient ces relations, tandis qu'au nord des Carpathes et sur la rive gauche de la Vistule, de nombreux mémoires ont traité des caractères et de la distribution des sédiments de cet âge. Ce que nous dirons de la grande région intérieure ou au sud de cette chaîne ne sera donc qu'une indication bien vague et bien imparfaite, déduite de la comparaison des cartes (1).

Sur celle de l'Europe par M. de Dechen (1839), une bande étroite au nord de Presbourg semble s'appuyer contre les roches cristallines. En remontant au N.-N.-E., elle traverse la Waag au-dessous de Trentschin, et s'élargit beaucoup en s'inclinant à l'E., pour occuper la plus grande partie du Tatra. Elle passe dans le petit bassin de l'Hernad, contourne un massif de transition, et descend au sud-ouest de Kaschau jusqu'à la Rima. Au sud-ouest de ce point, autour et près de Waitzen sur le Danube, de même qu'entre Gran et Ofen, des couches jurassiques sortent de dessous le terrain tertiaire de la plaine et des collines de Néograde; elles occuperaient aussi une partie de la chaîne de Bakony-Wald, et présenteraient encore quelques îlots au nord du lac de Platten (2).

Sur le versant méridional des Carpathes, on voit une suite de lambeaux étroits, alignés O.-N.-O., E.-S.-E., coupant l'ensemble des roches désignées sous le nom de *Quadersandstein*. A l'est de Gross-Wardein, d'autres massifs du même âge sortent de dessous les dépôts tertiaires, et plus au sud le Danube en traverse une portion importante entre Palanka et Widdin. Ce dernier lambeau semble être sur le prolongement de ceux qui à l'ouest sont indiqués entre la Drave et la Save, dans le Warasdin-Gebirge.

La Carte de la Russie d'Europe de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling reproduit à peu près la disposition générale des masses précédentes, ainsi que les feuilles 4, 5, 7, 8 et 9 de la

---

(1) Sous les dénominations de *calcaire magnésifère*, de *calcaire coquillier du Jura*, et de *calcaire à encrinites des montagnes de Bakony et de Dotis*, Beudant a décrit les roches secondaires des environs de Gran, de Bude, de Pesth, de Veszprim et des bords du lac Balaton, qui appartiendraient pour la plupart à la formation jurassique (*Voyage minéralogique et géologique en Hongrie pendant l'année* 1818, vol. III, p. 211, 216, 224, atlas, pl. 6, et cartes particulières et générale, 1822.

(2) Voy. aussi : A. Boué, *Mém. de la Soc. géol. de France*, 1re sér., vol. I, p. 308, 1834. — *Geognostisches Gemälde Deutschlands*, p. 297 (sans date).

Carte géologique de l'Empire d'Autriche, quoique cette dernière soit beaucoup plus détaillée, surtout dans la Transylvanie. La carte de Russie n'indique cependant que des roches métamorphiques et des roches crétacées dans les montagnes du Banat qui aboutissent au Danube vers Orsova, tandis que la carte d'Autriche y marque un grand développement de *calcaire alpin* se continuant au sud dans la Servie, et entourant un noyau central ou un axe de terrain ancien. La disposition du massif calcaire, qui sur la *Carte géologique de la Transylvanie* (1) porte la désignation vague de *calcaire ancien, compacte ou grenu*, est encore un peu différente.

La carte géologique de l'Europe de MM. Murchison et Nicol (1856) nous semble différer des précédentes par l'absence de la bande jurassique étroite qui régnait presque constamment sur le versant sud-ouest des Carpathes. Sur leur versant nord-est, la carte de M. de Dechen, comme celle de M. Murchison, indique une bande parallèle à la précédente, courant N.-O., S.-E., de la rivière San à la Moldava, et un lambeau isolé longeant le Dniester, près de Stanislavof. La masse jurassique principale de la Pologne s'étend au nord et à l'ouest de la Vistule, pour se prolonger au sud-ouest dans la Moravie. La carte géologique de l'Europe d'A. Dumont (oct. 1857) ressemble beaucoup, quant à la distribution des masses principales, à celle de MM. Murchison et Nicol, mais les contours de chacune d'elles présentent des différences quelquefois très sensibles.

Nous commencerons notre revue en traitant de la Moravie, et de quelques lambeaux de la haute Silésie ou du bassin supérieur de l'Oder qui s'y rattache géologiquement.

Moravie. De Trentschin à Silein, le long de la Waag, la chaîne des petites Carpathes est formée de grès, de calcaire à Ammonites et de calcaires jurassiques (2). Près de Kurowitz, deux lieues au sud-est de Kremsir, sur la rive gauche de la March, le sommet d'une montagne escarpée est composé, suivant M. F.-G. Glocker (3), de

(1) A. Boué, *Mém. de la Soc. géol. de France*, 1re sér., vol. I, pl. 15, 1834.

(2) Lill de Lilienbach, *Voyage à travers les Carpathes*, *Ibid.*, p. 240.

(3) *Ueber den Jurakalk in Mähren*, etc., Sur le calcaire jurassique de Kurowitz en Moravie et sur l'*Aptychus imbricatus*, avec un appendice sur la formation arenacéo-calcaire des deux rives de la March moyenne (*Nova acta*, etc., vol. XIX, suppl., 2, p. 273, 1841, in-4, 4 pl., Breslau). — *Bull.*, 1re sér., vol. XIII, p. 304, 1841. — *Neu.*

calcaire grisâtre et blanchâtre, exploité pour la chaux hydraulique. Ces couches que caractérise l'*Aptychus imbricatus* appartiendraient au coral-rag. Elles se relieraient, en passant sous les grès des Carpathes, d'une part avec le coral-rag de Stramberg et de la Pologne au nord-est, de l'autre avec les roches de Nikolsburg au sud-ouest; de sorte que cette bande de Nesselsdorf, Techau et Skotschau se joint au calcaire de Cracovie et à celui de la haute Silésie. Les calcaires de Kurowitz alternent avec des lits minces de marne grise et de conglomérat ou lumachelle, de fragments calcaires et d'*Aptychus* réunis par un ciment marneux.

Les calcaires des bords de la Vistule, aux environs de Cracovie, de Teschen, de Stramberg, se prolongent jusqu'à Gaja, affleurant çà et là au-dessus des dépôts tertiaires environnants, et renfermant l'*Ammonites biplex*, les *Terebratula lacunosa*, *biplicata*, *perovalis*, *insignis*, des Astrées, des Lithodendrons, etc. Ces masses calcaires se montrent toujours isolées, et leurs relations avec les grès de la même région sont incertaines. Quoique paraissant percer les marnes environnantes, elles leur sont probablement subordonnées, et elles constituent des ellipsoïdes plus ou moins étendus dans ces marnes schisteuses, où l'on observe aussi des concrétions ou nodules marneux avec d'autres grès. Ces derniers se voient également dans le massif des Siebenbürgen (1).

M. Foetterle (2), dans ses considérations géognostiques sur la montagne de Nikolsburg, décrit ces couches comme étant le prolongement de celles qui s'étendent dans la basse Autriche. Il y distingue : 1° des calcaires et des dolomies ; 2° des marnes et des grès. Les calcaires, ordinairement gris clair, à cassure esquilleuse, oolithiques, sur d'autres points sont dolomitiques, cristallins et à grains fins. On y trouve des Térébratules et des Nérinées. Ils plongent au S., sous les marnes et les grès remplis de Térébratules

---

Jahrb., 1841, n° 1. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 745, 1842. — *Ueber die Kalkführende Sandstein-Formation auf beiden seiten der mittleren March in der Gegend zwischen Kwassitz und Kremsir*, *Ibid.*, p 309. — *Bemerkungen*, etc. Observations sur une Térébratule du Jura de Moravie et de Hongrie (*Nova acta*, etc , vol. XXI, p. 493, 1845).

(1) Glocker, *Berichte ueber die Mittheilung von Freunden*, etc. 1847, p. 225.

(2) *Jahrb. der k. k. geol. Reichs.*, vol. IV, n° 1, p. 53, 1853. — Thèse inaugurale, Vienne, 1847.

siliceuses (1). Ces dernières roches ne constituent pas la base du système, car elles alternent à leur tour avec les calcaires et les dolomies. Les calcaires blancs se voient au contraire généralement à la partie inférieure où l'on cite : *Apiocrinites Meriani*, Des., *Cidaris coronata*, Gold., les *Terebratula perovalis ?*, Sow., *lacunosa*, Schloth., *inconstans*, Sow., *coarctata*, Park., *pectunculoides*, Schloth., *substriata*, id., *Nerinea Bruntrutana*, Thurm., etc. ; de sorte qu'on peut y voir un représentant du coral-rag tel qu'il existe en Bavière. Ce calcaire se suit encore au nord vers Buchlowitz et au delà.

La montagne de Nova-Horä, près de Julienfeld, non loin de Brunn, dit M. V. J. Melion (2), est située entre deux autres montagnes. Une roche symétrique y supporte les couches jurassiques qui sont des calcaires dolomitiques, poreux, blancs, gris ou jaune brun, et un calcaire spathique avec des échinodermes. Ce dernier est l'analogue de celui de Nikolsburg au sud. Ces roches, d'ailleurs assez variables, affleurent au nord et à l'ouest de la montagne ; on y trouve des minerais de fer oolithiques ; elles sont presque verticales, courent S.-E., N.-O., tandis que d'autres sont restées horizontales. Les fossiles sont peu répandus, et l'on n'y signale que quelques individus d'*Ammonites biplex* et des baguettes de *Cidaris coronalis*, etc. (3).

Haute Silésie

M. de Carnall (4) distingue, dans la Silésie supérieure, un calcaire jurassique, puis un calcaire accompagné de brèches, des marnes bigarrées, solides, des grès, des argiles bigarrées, friables, des argiles grises et des sables ferrugineux. Le calcaire, si développé en Pologne, ne se présente que sur une fort petite étendue en Silésie, et y constitue des massifs isolés où les fossiles manquent

(1) Prinzinger, *Ibid.*, 2e ann., livr. 4, p. 166, 1851.
(2) *Ibid.*, vol. IV, p. 78, 1853.
(3) Voy. aussi : E. F. Glocker, *Ueber Verhältn. des ein Karpathen Sandstein vorkommenden oberen Jurakalkes* (*Berichte ueber die Mittheil. von Freunden*, etc., vol. III, p. 225, 1847. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 746). — Hohenegger, *Ueber die Arbeiten zur Erforshung der geol. Verhältn. der Umgebung von Teschen* (*Berichte ueber die Mittheil.*, etc., vol. V, p. 115, 1849. — *Neu. Jahrb.*, 1849, p. 478). — O. V. Hingenau, *Uebersicht der geol. Verhältnisse von Mähren und OEsterreichisch-Schlesien*, in-8, avec carte. Vienne, 1852.
(4) *Geogn. Bild von Oberschlesien* (*Bergmann. Taschenb.*, etc., pour 1844, p. 100. — *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 359).

généralement, sauf dans quelques bancs particuliers. Dans l'argile ferrugineuse qui prédomine sont des minerais de fer et des sables subordonnés (1).

Chaîne des Carpathes.

Le grand système secondaire des Carpathes, dit M. Boué (2), offre un des exemples les mieux caractérisés d'une chaîne décrivant une grande courbe, et le groupe cristallin du Tatra est évidemment le point d'où partent les masses suivant des directions opposées. Toutes les couches tertiaires et secondaires situées à l'ouest sont dirigées du N.-E. au S.-O., tandis qu'à l'est du même point elles courent du N.-O. au S.-E. Lill de Lilienbach signale dans le Tatra (3) des strates puissants de calcaires compactes, gris bleu, noirs ou rouges, avec des Ammonites et des Bélemnites, formant la crête rocheuse des monts Pinini, et se prolongeant vers Czorsztyn, le château de Nediczas, etc. La cime du mont Holitza est aussi formée de calcaires à Ammonites, fossiles qui se montrent surtout dans les lits ferrugineux. Le calcaire constitue en outre les cimes escarpées de Muran, de Noszal, près de Zakopane, le Gewand, le Kasprowa, et les monts Magura qui d'un autre côté s'étendent vers Koscielisko.

Dans une communication que fit M. Haidinger sur les roches secondaires des Carpathes, ce savant admit, entre le lias, les dépôts néocomiens, nummulitiques, les grès à Fucoïdes et des assises à *Gryphæa columba*, des relations stratigraphiques très obscures ou fort contestables (4). Nous avons déjà parlé des roches stratifiées de ce système de montagnes qui se rapportent au terrain tertiaire moyen, au groupe nummulitique et à la formation crétacée (5), et nous avons fait voir la cause probable des erreurs, que le coup

---

(1) Voy. aussi : Beyrich, Mémoire sur le terrain secondaire de la Silésie (*Arch. für Miner. von Karsten*, 1844, p. 639. — De Carnall, *Carte géologique de la haute Silésie*, 2 f., Berlin, 1844 ? — Hammer, *Beiträge zur geognost. Kenntniss von Oberschlesien* (*Uebers. d. Arbeit. d. Schles. Gesellsch., f. vaterl. Kultur*, 1847, p. 54. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 852).

(2) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 1re sér., vol. I, p. 218, 1834.

(3) *Ibid.*, p. 245.

(4) *Berichte ueber die Mittheil.*, etc., vol. II, p. 426, 1847. — Voyez, pour l'indication d'autres mémoires et des cartes du pays, *anté*, vol. III, p. 163, les notes, p. 169 et vol. V, les notes, p. 323 à 339.

(5) *Anté*, vol. II, p. 866, — III, p. 163-169, — et V, p. 333.

d'œil si sûr de M. Murchison avait contribué à rectifier. Il nous reste à parler des dépôts jurassiques dont les vrais rapports n'ont pas été moins méconnus que ceux des précédents.

M. L. Zeuschner (1), en reprenant la description des calcaires rocheux (*Klippen-Kalk*) de Pusch (2), s'était attaché à démontrer qu'ils représentaient les calcaires rouges à Ammonites des Alpes de la Vénétie et de la Lombardie, d'où le nom de *calcaires à Ammonites des Carpathes* qu'il crut pouvoir leur imposer (3). Cet étage comprend plusieurs assises se succédant régulièrement, et que mettent à découvert les vallées qui descendent au nord du Tatra. L'auteur donne trois coupes dans lesquelles le terme principal de la série semble se répéter à des distances considérables. La première, celle de Czorsztyn, en offre la partie inférieure et comprend :

1. Calcaire cristallin, à gros grains, blanc ou rougeâtre, quelquefois à grain fin, avec des articulations de *Pentacrinus subteres*, Gold., la *Terebratula Bouei*, Zeusch. (*resupinata* in Pusch), qui y est très abondante. Le calcaire à grains de quartz vient ici au contact du grès à fucoïdes, et leur limite séparative ne peut être tracée. L'aspect cristallin de la roche, produit par les fragments de crinoïdes, avait été attribué par M. Beyrich à une action ignée (4) 29m
2. Calcaire marneux, schisteux, jaunâtre, rarement gris, quelquefois panaché de rouge, traversé de veines spathiques, sans fossiles ni substances minérales accidentelles 86m
3. Calcaire grossier rouge et blanc, très épais, homogène, souvent en nodules aplatis, réunis par un ciment marneux et de teintes variées (*calcaire jurassique* de Beudant, sur les bords du Danube) Les fossiles y sont très répandus, entre autres les *Ammonites triplex* et *Murchisonæ*. L'auteur y cite aussi les *A. biplex* et *contractus*, la *Terebratula diphya* et des formes voisines des *Ammonites heterophyllus*, *tatricus*, *Calypso*, *semistriatus*, *Morelianus* et *picturatus*, qui se trouvent, dit-il, dans les Alpes françaises comme à Rogoznik, enfin des Ammonites de la section des *planulati*, c'est-à-dire une association tout à fait inadmissible d'espèces du premier et du troisième

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1844, p. 325.
(2) Voy. *posteà*.
(3) *Ueber das Verhältn. des Fucoiden Sandstein*, etc., Sur les relations du grès à fucoïdes ou des Carpathes avec le calcaire à Ammonites sur le versant nord du Tatra (*Neu. Jahrb.*, 1846, p. 171.— Quenstedt, *Neu. Jahrb.*, 1845, p. 680).
(4) *Arch. für Miner. von Karsten*, vol. XVIII, p. 67.

étages du lias, de l'Oxford-clay, du Kelloway-rock, du premier et du troisième étages néocomien. 144m
4. Grès à fucoïdes passant à un grès schisteux.
5. Argile noire, pure, schistoïde, dans le voisinage du grès, fragmentaire vers le milieu, renfermant des rognons de fer argileux, et traversée par des veines spathiques. 115m
6. Calcaire grossier et argile gris clair, bleuâtre, alternant avec des veines de fer sulfuré, de fer hydraté, des silex gris et bleus sans fossiles 173m
7. Marnes schisteuses, gris foncé, avec des veines de calcaire spathique. 43m
8. Grès à fucoïdes. 86m
9. Calcaire blanc, à gros grain, semblable au n° 1, rempli de débris de crinoïdes, rouge vers le bas, bleu vers le haut et supportant le château 288m
10. Calcaire grossier rouge, gris ou vert, en lits minces, avec des rognons de silex de même teinte, et traversé par des veines de calcaire spathique. La roche prend une texture crayeuse, terreuse, et passe à celle que, dans le nord de l'Italie, nous avons vue désignée sous le nom de *scaglia*. 1800m

Tous les éléments de cette énorme série, qui constitue à elle seule un chaînon de montagne, seraient concordants entre eux, et plongeraient au S. sous des angles de 60° à 80°, avec des inflexions accidentelles au N. Le calcaire à Ammonites qui alterne avec le grès à fucoïdes offre des plongements inverses.

La seconde coupe, près de la rivière Alpenbach, non loin de Rogozniczek et de Szaflary, diffère un peu de la précédente. On ne voit pas ce qui recouvre les couches à crinoïdes. Les bancs à *Pentacrinus subteres* 2, 3, 4 et 5 représentent l'assise n° 6 de la coupe de Czorsztyn et renferment les *Ammonites Murchisonæ*, *tatricus*, *strangulatus*, etc.

Dans la troisième coupe, celle qui passe par le château d'Arva, les assises 1, 2, 3 et 4 représentent l'assise n° 5 de Szaflary, et l'on y observe des couches avec l'*Ammonites Conybeari*, une espèce nouvelle (*A. arvensis*), et une troisième voisine de l'*A. tatricus*. Il y a, comme à Szaflary, des fucoïdes allongés, et au-dessus vient un calcaire rouge ou gris foncé, le n° 5 représentant le n° 10 de la première et de la seconde coupe. Ici manquent l'argile noire, le calcaire à crinoïdes, et le calcaire rouge est remplacé par une marne rouge. Il résulterait de cette coupe que le calcaire à Ammonites n'est qu'une puissante assise subordonnée aux grès à fucoïdes.

Près du château d'Arva et de Czorsztyn, le calcaire recouvre uniformément les grès, et il en est de même sur d'autres points. Par-

tout il y a alternance, et les soulèvements ou les dislocations n'ont point altéré les relations premières. Les fossiles caractéristiques des grès se trouvent souvent dans les calcaires. L'auteur cite l'*Ammonites fimbriatus*, le *Belemnites bicanaliculatus* et l'*Aptychus lamellosus*, c'est-à-dire toujours des espèces, partout ailleurs étrangères les unes aux autres. La présence des fucoïdes avait fait regarder ces grès comme crétacés, et M. Beyrich supposait que, par suite d'actions ignées, le calcaire à Ammonites avait été poussé à travers les grès brisés et disloqués, mais M. Zeuschner s'attache à combattre et à réfuter cette hypothèse.

Les calcaires à Ammonites, concordants avec les grès à fucoïdes, les accompagnent jusqu'en Moravie, suivant M. Glocker, qui y signale les *Ammonites tatricus* et *Murchisonæ* avec la *Terebratula diphya*. Ces calcaires de la Moravie et de la Silésie supérieure ont été placés au niveau du coral-rag de Cracovie. M. Zeuschner (1) avait d'abord proposé de mettre ces mêmes roches sur l'horizon de celles de l'Albe de la Souabe, mais il reconnut ensuite qu'il n'en pouvait être ainsi, les calcaires avec silex de la rive gauche de la Vistule étant complétement différents par leurs caractères pétrographiques et leurs fossiles. Les espèces que nous venons de voir citées dans la Moravie n'appartiennent pas au coral-rag, et, de son côté, M. Beyrich avait identifié les calcaires bruns avec fucoïdes, d'une part avec le calcaire à Ammonites, de l'autre avec le coral-rag des environs de Cracovie.

Comme on pouvait s'y attendre, M. Zeuschner trouve que les fossiles de son calcaire à Ammonites appartiennent aux divers termes de la formation jurassique, depuis le lias jusqu'au coral-rag. Ainsi, avec les *Ammonites Conybeari*, *Birchii*, *Murchisonæ*, le *Belemnites brevis*, l'*Avicula inæquivalvis*, se montrent les *Ammonites biplex*, *polyplochus*, l'*Aptychus lamellosus*, la *Lima duplicata*, le *Pentacrinus subteres*, le *P. basaltiformis*, beaucoup d'espèces nouvelles et d'autres regardées comme néocomiennes. Ainsi, à côté de l'*Ammonites tatricus* on remarque les *A. Calypso*, *picturatus* et *semistriatus*, d'où il résulterait que le niveau du calcaire à Ammonites n'est pas celui du coral-rag, et que les caractères minéralogiques comme les fossiles sont essentiellement différents. Ce serait, d'après l'auteur, un dépôt particulier, mais cependant commun, à tout le sud de l'Europe, et la formation jurassique se serait déposée dans deux

(1) *Berichte ueber die Mittheil.*, etc., vol. II, p. 179, 1847.

bassins, situés l'un au nord et l'autre au sud. Les divers termes de la série ne se correspondraient pas alors, et les fossiles n'y seraient pas distribués de la même manière. Cette hypothèse, que nous avons déjà vue émise d'après des données incomplètes ou mal comprises, n'est pas ici mieux justifiée que pour le sud-est de la France ni pour l'Italie. De plus, les Carpathes sont placés fort loin au nord de cette prétendue région jurassique méditerranéenne, tandis que ces montagnes sont très rapprochées de la Bavière et du Wurtemberg avec les couches jurassiques desquelles elles se lient par l'intermédiaire de la Moravie. La vérité est qu'il y a ici, comme nous l'avons déjà indiqué pour la région des Alpes et celle des Apennins, une cause particulière, locale, qui a échappé aux observateurs qui se sont occupés de généraliser des faits qu'ils ne connaissaient qu'imparfaitement, et sur lesquels nous reviendrons d'ailleurs à la fin de ce volume.

D'après M. Zeuschner, ce que l'on a appelé le *grès des Carpathes* présente deux séries : l'une qui serait jurassique et renferme des fucoïdes, l'autre plus récente qui serait crétacée et n'en renferme pas. On a vu (*antè*, vol. V, p. 334-338) comment l'année suivante l'auteur avait repris ce sujet, et conclu que ces couches représentaient à la fois les périodes jurassique et néocomienne, ainsi que leur faune semblait l'indiquer.

Dans ses observations sur l'âge du grès des Carpathes, M. C. Röminger (1) a décrit, aux environs de Puchow, un calcaire gris blanc avec des Bélemnites, des *Aptychus* et des Ammonites de la section des *arietes* et de celle des *planulati*. Les calcaires rouges inférieurs sont remplis de fossiles, entre autres d'*Ammonites tatricus*, de plusieurs espèces d'*A. planulati*, voisines de celles du Jura, les *A. flexuosus*, Ziet., *inflatus*, Rein., *bispinosus*, Ziet., *Williamsoni*, Phill., etc., qui sont jurassiques, une autre voisine d'une espèce du lias inférieur, avec les *A. lineatus*, Schloth., *tortisulcatus*, d'Orb., etc., le *Nautilus aganiticus*, des fragments de Bélemnites, les *Terebratula lacunosa*, *bisuffarcinata*, *lagenalis*, d'autres voisines des *T. diphya*, *resupinata* (Pusch), des échinides très nombreux et des crinoïdes. Ce calcaire rouge est supporté par des argiles vertes et rouges ressemblant aux marnes irisées, et renfermant un grès blanc subordonné. Sur le versant occidental de ces montagnes,

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1847, p. 778.

le granite sort de dessous les calcaires gris sans l'interposition des argiles.

Il nous suffira de rappeler que nous avons déjà exposé les observations de sir R. Murchison (*antè*, vol. III, p. 166) sur les rapports très compliqués des roches secondaires et tertiaires des deux versants du massif du Tatra. Ces détails, joints à ceux que nous avons aussi reproduits sur les couches crétacées de la même région (*antè*, vol. V, p. 333-344), prouvent seulement qu'ici, comme sur les versants nord et nord-ouest des Alpes, il y a eu de nombreux bouleversements qui ont interverti les relations premières des divers systèmes de couches jurassiques, crétacées et nummulitiques. Mais il n'y a pas eu pour cela d'intervertissement dans la succession naturelle des faunes, ni d'association de fossiles, en opposition directe avec ce que l'on observe partout ailleurs. Nous ferons remarquer, cependant, que, de même que dans la région des Alpes de l'Autriche, de la Bavière, du Tyrol et du Vorarlberg, les dépôts jurassiques ne se sont probablement pas succédé ici avec le calme et la régularité qu'ils affectent dans l'Albe du Wurtemberg, et que nous allons retrouver un peu au nord des Carpathes. Ils ont dû être troublés fréquemment pendant leur formation même, de manière à nous présenter des anomalies semblables à celles que nous avons mentionnées sur le versant nord des Alpes.

Jugeant, à ce qu'il semble, d'après les fossiles seuls, sans donner de détails stratigraphiques, et par conséquent sans éclaircir aucun des faits douteux qui précèdent, M. de Hauer (1) indique l'existence du lias sur divers points des Carpathes, puis à Modern près de Presbourg, dans l'Altgebirge près de Neusohl, dans le Tatra et dans la chaîne du Bakony-Wald. L'étage de l'oolithe inférieure se trouverait près de Reschotza dans le Banat, à l'est, et l'étage d'Oxford serait représenté au nord des Carpathes par les calcaires rocheux (*Klippen-Kalk*) dont nous avons déjà parlé et sur lesquels nous reviendrons tout à l'heure, puis par ceux de Czettechowitz et de Kurowitz. Quant à l'association prétendue de fossiles jurassiques et néocomiens, avancée par M. Zeuschner, on comprend qu'elle aurait besoin d'être vérifiée contradictoirement avant d'être admise comme réelle et originaire. Les calcaires blancs avec *Diceras arietina*, *Pterocera Oceani*, *Nerinea Bruntrutana*, *Terebratula lacunosa* et

(1) *Ueber die Gliederung*, etc. (*Sitzung-Ber. der k. k. Akad.*, 1850, p. 44. — *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 734).

pectunculoides des environs de Stramberg, de Tichau, etc. en Moravie, appartiendraient réellement au coral-rag.

Banat. On trouve quelques indications sur les calcaires secondaires du Banat dans les travaux de M. Boué et dans ceux qu'il a rappelés (1). Nous y renverrons le lecteur comme à des documents bons à consulter par les voyageurs plutôt que par les géologues théoriciens.

Plus récemment, M. J. Kudernatsch (2) a décrit, sur le versant ouest de l'axe montagneux du Banat et reposant sur le granite, un grès probablement de la période du trias, puis un ensemble de strates représentant ceux de Gresten dans les Alpes de l'Autriche. Ils appartiendraient au lias inférieur et renfermeraient également des bancs de charbon. L'auteur y distingue deux parties: l'une inférieure, composée de grès, l'autre supérieure, renfermant des argiles schisteuses et les couches de combustible. A leur limite, on trouve dans le grès des nodules aplatis, lenticulaires, disposés par lits. Au-dessus de l'argile schisteuse est un schiste marneux, caractérisé par des fossiles du *Jura brun*, puis vient un calcaire siliceux concrétionné, et enfin le groupe jurassique supérieur, composé de calcaires gris bien stratifiés, avec de nombreux fossiles du *Jura blanc*, et que recouvrent les couches crétacées.

Dans un travail sur la flore fossile des Siebenbürgen et du Banat, M. K. J. Andrä (3) a montré que les couches charbonneuses de Steierdorf renfermaient non-seulement des plantes du groupe oolithique et du lias, mais encore le *Cyclopteris digitata*, Brong., qui appartiendrait également aux couches oolithiques et au groupe wealdien, ainsi que le *Pterophyllum Dunkerianum* et le *Thuytes Germari*. Cette dernière espèce, identique avec celle du Banat, a encore été rencontrée dans les couches wealdiennes. Quelques autres sont aussi communes à l'Autriche, au nord-ouest de l'Allemagne, au

---

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, 1re série, vol. I, p. 312, pl. 15, 16, 17. — *Geognostisches Gemälde Deutschlands*, pl. 7, 1829. — *Journ. de géol.*, vol. II, p. 197, 298; vol. III, p. 80 et 265.

(2) *Beiträge zur Kenntniss des Banater Gebirgs-Zuges* (*Jahrb. der Geol. Reichs.*, 1855, p. 219). — Voy. aussi : *Die Ammoniten von Swinitza* (*Abhandl. der k. k. geol. Reichs.*, vol. I, p. 16, 1852, avec 4 pl. — *Neu. Jahrb.*, 1853, p. 379).

(3) *Beiträge zur Kenntniss der fossilen Flora Siebenbürgen und des Banates* (*Abhandl. der k. k. geol. Reichs. in Wien*, vol. II, p. 27, 1855, avec 12 pl.). — *Neu. Jahrb.*, 1856, p. 253.

Wurtemberg, à la Suisse et aux environs de Scarborough. Des 29 espèces de plantes de Steierdorf, 13 sont citées ailleurs dans le lias, et 9 dans les couches oolithiques. De ces dernières, 4 existeraient aussi dans le lias et 3 dans le groupe wealdien, dont 1 serait également oolithique.

Le charbon noir recouvre des sables argileux, que l'on vient de voir rapportés au grès bigarré. Ce combustible se montre d'ailleurs dans les deux séries distinguées par M. Kudernatsch, celle des grès micacés et celle des marnes et des schistes où il est cependant plus abondant. Quant aux plantes, elles sont très répandues dans l'une et l'autre. Le *Sphænopteris obtusifolia* et l'*Andriania baruthense* dominent dans l'inférieure; l'*Equisetites lateralis* et le *Pachypteris Thinnfeldi* dans la supérieure. Les schistes bitumineux avec *Posidonomya keuperiana* renferment des *Pachypteris*, des *Carpolites triasinus*, etc., des Natices et des bivalves, (*Avicula*?). Les marnes supérieures ont offert des *Thuytes*, des coquilles marines (*Myacites*). Les calcaires qui viennent au-dessus seraient caractérisés par les *Ammonites Parkinsoni, planulata, gigas, caprinus, Backeriæ, convolutus*, et le *Belemnites hastatus*. D'autres fossiles, tels que la *Gryphæa incurva*, des Trigonies, des Dicérates, la *Gryphæa virgula*, des *Trochus*, des Astrées, des Caryophyllies, se trouveraient dans des assises indiquées d'abord comme appartenant aux groupes oolithiques moyen et inférieur, et ensuite comme faisant partie du lias; mais ces déterminations ont, comme on le voit, besoin d'être contrôlées de nouveau, avant qu'on en puisse rien conclure.

APPENDICE BIBLIOGRAPHIQUE.

Pusch et Zeiszner (Zeuschner). — Sur le classement des roches arénacées et calcaires des Carpathes septentrionales (*Neu. Jahrb.*, 1840, p. 355. — *Ibid.*, 1841, p. 88 et 351).

E. F. Glocker. — Note sur une nouvelle pétrification problématique dans une sphérosidérite argileuse du grès carpathique des Beskides, suivie de remarques sur les fossiles de ce district (*Verhandl. der K. Leop. Carol. Akad. d. Naturf.* vol. XIX, p. 673, pl. 78, 79, 1841).

L. Zeisner (Zeuschner). — Sur l'âge des agglomérats de la vallée de Koscielisko dans le Tatra, et sur le grès carpathique (*Neu. Jahrb.*, 1841, p. 70. — *Ibid.*, 1842, p. 274).

— Sur le groupe néocomien comprenant le *Klippen-Kalk* ammonitifère des Carpathes, le calcaire rouge d'Almasz en Hongrie et le *biancone* des Alpes vénitiennes (*Neu. Jahrb.*, 1844, p. 325). Le calcaire rocailleux ou rocheux

(*Klippen-Kalk*) formerait un assez bon repère dans l'ensemble du grès des Carpathes, en séparant la partie inférieure, qui est jurassique, de la supérieure qui est crétacée.

— *Carte géologique de la chaîne du Tatra et des soulèvements parallèles*, 1 f., Berlin, 1844.

— *Ueber das Verhältniss des Fucoiden (Karpathen) Sandstein zum Ammoniten-Kalk am Nordlichen Abhange der Tatra*, etc. (*Neu. Jahrb.*, 1846, p. 171).

L. Hohenegger. — *Neue Erfahrung aus den Nord-Kapathen* (*Jahrb. der k. k. geol. Reichs. in Wien*, vol. VI, p. 304, 1855).

CHAPITRE X.

FORMATION JURASSIQUE DE LA POLOGNE.

Sur les diverses cartes géologiques que nous avons citées au commencement du chapitre précédent, la répartition des couches jurassiques de la Pologne méridionale est fort différente. Les limites des surfaces qu'elles occupent et celles des couches crétacées au-dessus, comme du muschelkalk au-dessous, ne sont comparables sur aucune d'entre elles. Nous nous bornerons donc à décrire leurs caractères pétrographiques et stratigraphiques, autant que le permettent les données encore un peu vagues que nous possédons.

Au pied du versant nord de la chaîne du Tatra, sur la rive gauche de la Vistule, de même qu'au nord des Alpes de la Bavière, sur la rive gauche du Danube, nous retrouvons, mais sur une moindre étendue et avec moins de développement vertical, les dépôts jurassiques dont les caractères sont plus normaux qu'au sud et dont la stratification est plus régulière.

On doit à G. Pusch (1) les premières études systématiques sur ces dépôts dans la Pologne méridionale. Il y distingue, vers le bas, des calcaires marneux, plus ou moins blancs, surmontés de dolomies d'un blanc pur, et constituant la contrée pittoresque située entre Olkusz et Cracovie, puis les environs de Kromolow, de Niegovonice, etc., où ils atteignent des altitudes de 400 à 500 mètres. Des minerais de fer pisiforme s'observent à la partie supérieure, disséminés dans un grès à gros grain. Au-dessus sont des calcaires gris, oolithiques, et des conglomérats calcaires qui étaient regardés alors comme pouvant indiquer une sorte de passage au groupe wealdien. Les couches précédentes reposent, à stratification discordante, sur le terrain houiller et sur le muschelkalk. Leur direction générale est du N.-N.-O. au S.-S.-E. Elles s'abaissent à partir de Wielun, passent sous la grande plaine de la Pologne, à la surface de laquelle elles apparaissent çà et là pour former quelques îlots,

(1) *Journ. de géologie*, vol. II, p. 221. — Voyez pour d'autres ouvrages relatifs à la Pologne, *anté*, vol. II, p. 866 ; — III, p. 163, 169 ; — V, p. 223-233.

mais dont elles constituent certainement le *substratum*, puisqu'on les atteint toutes les fois qu'on perce les dépôts plus récents qui les recouvrent.

Dans sa description géognostique de la Pologne et du nord des Carpathes (1), le même savant avait déjà indiqué dans chaque formation les fossiles qu'il y connaissait en 1827; mais ayant complété depuis cette partie de son travail, il a donné en 1839 sa Paléontologie polonaise ou description et représentation des pétrifications de la Pologne, de la Volhynie et des Carpathes (2). Une argile ferrugineuse avec des lits de combustible, des calcaires oolithiques, des brèches, des sables meubles et des conglomérats siliceux qui alternent avec des argiles bleues, avaient été placés d'abord par lui entre les calcaires blancs jurassiques du pays et les couches crétacées, puis mis en parallèle avec l'argile wealdienne et les sables d'Hastings. Mais les fossiles qu'il trouva ensuite dans cette même série lui firent concevoir des doutes sur l'exactitude de ce rapprochement. En effet, les fossiles les plus caractéristiques de ces dépôts (*Ammonites Parkinsoni*, *Belemnites lanceolatus*, de grosses alvéoles de *B. aalensis*, *Trigonia costata*, *Amphidesma securiforme*, *Mya litterata*, *Pholadomya Murchisoni*, *P. æqualis*), appartiennent pour la plupart au groupe oolithique inférieur. D'autres moins fréquents (*Ammonites Murchisonæ* et *opalinus*) sont encore de cette division, tandis que l'*Ammonites colubratus*, Schloth., est du lias, l'*A. ornatus* et le *Belemnites lanceolatus*, Schloth., sont de l'Oxford-clay. D'autres espèces ont moins d'importance. Une Ammonite rapportée à l'*A. splendens*, un *Catillus* semblable au *C. Brongniarti*, sont des formes crétacées qu'il est permis de regarder comme très douteuses ici. Cependant, d'après les rapports stratigraphiques et l'existence des lits charbonneux, Pusch crut pouvoir mettre le tout au niveau du Kimmeridge-clay. Aucune des espèces que nous venons de citer ne justifie cette conclusion, et la relation directe de cette série d'argiles ferrugineuses avec la craie ne se voit nulle part.

Quant au calcaire rocheux ou calcaire des falaises (*Klippen-Kalk*), qu'il a aussi désigné sous le nom de *calcaire à Ammonites*, il s'étend dans le nord du Tatra, les Siebenbürgen, la Gallicie orien-

(1) *Geognost. Beschreibung von Polen und der übrigen Nord-Karpathen Länder*, 2 vol. in-8, avec atlas, Stuttgard, 1833-34.
(2) *Polens Palæontologie*, etc., in-4, 16 pl., Stuttgard, 1837.

tale, dans la Bukowine, et il lui paraît alterner avec le grès des Carpathes. Les *Terebratula resupinata* et *lacunosa*, le *Nautilus excavatus*, les *Ammonites Murchisonæ*, *fonticola*, *plicatilis*, *contractus*, *tatricus*, *triplex*, *Lamberti*, *oculatus*, *parallelus*, quoique appartenant à des groupes différents, suffisent pour détruire les doutes que pourraient faire naître les citations de quelques formes crétacées incertaines (*Terebratula diphya*, *Nautilus expansus*, *Hamites intermedius*). Les calcaires de Stramberg, de Teschen en Moravie sont, comme on l'a dit, le prolongement au sud-ouest des *calcaires rocheux* de la Pologne.

Pusch signale aussi, dans des grès blancs qui seraient des grès du lias dans le Mittelgebirge, aux environs de Sandomir, un *Neuropteris*, un *Pecopteris*, le *Cycadites Nilssoni*, un *Unio* et des restes de poissons dans des sphérosidérites près de Krolewiec. Parmi les fossiles jurassiques, on voit citées (p. 175) des espèces trop caractéristiques de la craie, et même de la craie blanche, pour qu'on n'y suppose pas quelques erreurs. Telles sont l'*Ananchytes ovata*, le *Spatangus coranguinum*, la *Terebratula alata*, tandis que d'un autre côté nous voyons mentionnées quelques espèces du lias (*Pecten discites*, *Lima gigantea*, *Ammonites amaltheus*, etc., *Belemnites paxillosus*, etc.); le reste appartient aux groupes oolithiques moyen ou inférieur.

Dans sa description du bassin de la Gallicie et de la Podolie, Lill de Lilienbach (1) s'est occupé aussi des calcaires jurassiques des environs de Cracovie, mais d'une manière très générale, sans préciser leur niveau particulier et croyant aussi retrouver au-dessus un équivalent du Weald-clay et des sables d'Hastings. Le calcaire blanc sur lequel est bâtie la citadelle forme, dit sir R. Murchison (2), une crête peu élevée le long de la Vistule. La partie supérieure, de 100 mètres d'épaisseur, est un calcaire compacte blanc avec des cordons de silex semblables à ceux de la craie, et renfermant, suivant les déterminations de M. Zeuschner, le *Scyphia clathrata*, les *Ammonites biplex*, *triplex*, *polyplochus*, *annularis*, *flexuosus*, *vertebralis*, la *Lima proboscidea* et une Térébratule à deux plis. Les bancs inférieurs, de 35 à 50 mètres d'épaisseur, sont des grès calcarifères jaunâtres, où l'on a recueilli les *Pecten fibrosus*,

(1) *Mém. Soc. géol. de France*, 1re sér., vol. I, p. 92, avec carte et coupes, pl. 6, 1833.
(2) *Geology of Russia in Europe*, vol. I, p. 253, 1845.

lens, *textorius*, *vimineus*, les *Terebratula varians*, *concinna*, *bullata*, *perovalis*, les *Lima proboscidea*, *pectinoides*, avec quelques fragments de Bélemnites.

Dans les travaux dont nous venons de parler, Pusch regardait la formation jurassique de la Pologne comme composée de couches tout à fait différentes de celles de l'Angleterre; mais M. Zeuschner (1) pense que, sur les bords de la Vistule, elle comprend les *divisions supérieure* et *moyenne* (*Jura blanc* et *Jura brun*) des autres pays. L'*inférieure* (*Jura noir* ou lias) n'y a pas été constatée, non plus qu'en Russie et probablement dans tout l'est de l'Europe. Le second groupe, ou division supérieure de l'auteur, comprend deux étages : l'un formé de calcaires blancs, l'autre de marnes blanches. Le paysage des environs de Cracovie emprunte ses caractères particuliers aux assises des calcaires blancs avec silex. Ce n'est qu'au sud que se montre subordonné un calcaire gris clair, saccharoïde, d'un aspect dolomitique.

groupe. — *1er étage.*

Les roches des vallées de Mnikowa, d'Oycowa, le mont Wawel, correspondent au coral-rag de l'Albe du Wurtemberg. L'auteur y distingue trois assises principales. La première est un calcaire jaune blanc, de 30 mètres d'épaisseur, renfermant par places beaucoup d'*Ammonites planulati* et passant à la suivante. Celle-ci, qui est un calcaire blanc jaunâtre ou grisâtre, avait été prise par de Buch pour une dolomie. C'est d'ailleurs le niveau de cette dernière roche dans la Franconie. Les silex gris en rognons y sont nombreux ; quelquefois réunis, ils forment des lits contemporains de la roche enveloppante. L'inclinaison des bancs, qui ont de 1 à 6 mètres d'épaisseur, est généralement très faible. Cependant, près de Krzeszowice, la direction est E., O., et le plongement de 35° au N. Cette disposition est d'ailleurs tout à fait accidentelle. Les fossiles sont en outre fort abondants à ce niveau. Les cavernes qui y sont fort étendues résulteraient du déchirement brusque des couches, d'éboulements,

(1) *De la formation du Jura sur les bords de la Vistule*. Traduit par M. de Giedwood (*Ann. des mines*, 4e sér., vol. IV, p. 547). — Sur le Jura et le *Pläner* de Cracovie (*Berichte ueber die Mittheil. von Freund.*, etc., vol. II, p. 479, 1847). — *Neu. Jahrb.*, 1847, p. 331 et 498. — *Ibid.*, 1848, p. 606. — *Arch. fur Miner. von Karsten*, vol. XIX, p. 605. — *Geognost. Beschreibung des Nerineenkalkes von Inwald und Roczyny* (Haidinger, *Gesamm. Abhandl.*, vol. III, p. 133, 1849. — *Neu. Jahrb.*, 1852, p. 346). — A. Boué, *Bull.*, 1re sér., vol. V, p. 300. — Id., *Résumé* pour 1832, p. XLVIII.

mais non de ravinements. On y a trouvé des ossements humains avec des débris de mammifères d'espèces éteintes, mais sans cependant qu'on ait pu constater leur contemporanéité. La troisième assise ou l'inférieure comprend des calcaires gris ou jaunâtres, et les fossiles y sont également nombreux.

Ce système de couches s'étend sur les deux rives de la Vistule, et forme presque toutes les collines de la partie orientale de Cracovie. Il se prolonge d'une part en Pologne et de l'autre dans la Gallicie. Au sud, il est limité par le grès des Carpathes. En Pologne, ces calcaires sont recouverts par la formation crétacée horizontale, et surtout par le calcaire marneux ou *roc* qui, autour de Cracovie, se montre en lambeaux isolés. La roche est schistoïde, d'un gris blanc, avec des silex gris clair. Au-dessus, vient un dépôt d'argile, puis d'autres plus récents encore, avec des ossements d'éléphant, de rhinocéros, des amas de silex roulés, de gravier, etc.

Le gypse blanc fibreux ou lamelleux a été observé au milieu de ces calcaires du coral-rag, mais son gisement n'est pas bien connu. A Podgorze, un banc considérable de cette substance est à la limite des calcaires et du grès carpathique, et en cet endroit il semble appartenir aux dépôts salifères.

Les fossiles des trois assises de ce premier étage paraissent être les mêmes, et M. Zeuschner cite les suivants :

Nodosaria urceolata, *Soldania elegans*, *Pyxidula prisca*, des silex de Podgorze, *Manon marginatum*, *Cnemidium striatopunctatum*, *Scyphia clathrata*, *S. intermedia*, *S. striata*, *Apiocrinus rotundus*, *Echinus lineatus*, *Cidaris Blumenbachii*, *C. coronatus*, *C. nobilis*, *Myochoncha gracilis*, *Lima proboscidea*, *L. sulcata*, *Pecten textorius*, *P. subspinosus*, *Terebratula lacunosa*, *reticularis*, *striatula*, *ornithocephala*, *trilobata*, *subsimilis*, *loricata*, *senticosa*, *pectunculoides*, *biplicata*, *Pleurotomaria Munsteri*, *Ammonites biplex*, *polygyratus*, *annularis*, *canaliculatus*, *alternans*, *excavatus*, *perarmatus*, *Belemnites semi-hastatus*, *Nautilus*, *Aptychus lamellosus*.

On peut penser que quelques-unes de ces déterminations auraient besoin d'être vérifiées, mais l'ensemble des espèces est d'accord avec l'horizon auquel ces couches sont rapportées (1).

Les calcaires coralliens, généralement horizontaux, forment des

(1) Les foraminifères que l'on vient de citer, décrits par M. Ehrenberg (*Acad. de Berlin*, 1839), semblent provenir de la craie.

collines allongées, étendues, se terminant sur leurs bords par des lignes droites, ou bien des plateaux coupés par des ravins profonds, et l'on aperçoit rarement la roche sous-jacente. Ceux des rives de la Vistule ressemblent beaucoup aux couches contemporaines de l'Albe du Wurtemberg et du Jura suisse, et leur position, relativement aux bancs inférieurs qu'ils recouvrent, c'est-à-dire aux calcaires marneux, est aussi la même. M. Rost (1) qui divisait le coral-rag en deux étages, l'inférieur avec des silex, et le supérieur sans silex, plaçait entre eux les couches de sel de Wieliczka, opinion qui n'avait aucune vraisemblance, comme le dit fort bien M. Zeuschner.

2e étage. Le deuxième étage est composé de marnes blanches et de calcaires qui, suivant l'auteur, représenteraient les calcaires de l'Oxford-clay supérieur de l'Albe du Wurtemberg, tels que les décrit M. de Mandelsloh. On y distingue, vers le haut, des calcaires marneux, blanchâtres ou grisâtres, tachés de blanc, en bancs minces, un peu schistoïdes, horizontaux en général, et de 30 mètres d'épaisseur. Les fossiles y sont parfois assez répandus, et ils sont surtout développés dans la vallée d'Orléja. La partie moyenne est un calcaire cendré ou jaune blanc, toujours horizontal, en bancs de 2 à 5 mètres, séparés par des lits d'argile jaunâtre. Leur épaisseur totale est de 12 pieds, et les fossiles sont assez nombreux. Enfin, l'assise inférieure est composée de bancs minces d'un calcaire marneux et ferrugineux, connu seulement dans la vallée d'Orléja, et dont l'épaisseur ne dépasse pas 10 mètres. Les fossiles y sont très rares. Considérés dans l'étage tout entier, ces derniers sont, comme on vient de le dire, très abondants, mais peu variés. Ce sont surtout les *Ammonites biplex*, *polyplochus*, *polygyratus*, *flexuosus*, et les *Terebratula lacunosa*, *tetraedra*, *biplicata* et *nucleata*. Les espèces sont pour la plupart celles du niveau auquel on les rapporte, sauf les *Terebratula tetraedra* et *numismalis*, qui paraissent ne pas être bien déterminées, surtout la dernière, que l'auteur cite aussi dans la craie. Les assises correspondantes du Wurtemberg sont, dans tous leurs caractères, identiques avec celles-ci.

3e groupe. La division moyenne de l'auteur ou groupe oolithique inférieur (*pars*) (*mittlerer Jura*, *brauner Jura*) est, comparativement à la précédente, très peu développée. Elle se compose de calcaires jaunes et de grès, remplaçant çà et là les conglomérats. Aux environs de Cracovie ces couches affleurent à la base des montagnes. M. Zeusch-

(1) *Beitr. geogn. von sud Polen*, Berlin, 1840.

ner y distingue : 1° un calcaire siliceux jaune clair, avec de nombreuses géodes de chaux carbonatée et beaucoup de fossiles ; son épaisseur est de 16 mètres ; 2° des sables, des grès bruns et des conglomérats. Les fossiles s'y trouvent particulièrement dans la vallée d'Orléja.

Les roches sablonneuses de la formation reposent tantôt près d'Olkusz, sur la dolomie du muschelkalk, sur les schistes noirs ressemblant aux phyllades, qui renferment de la houille exploitable, tantôt sur le grès houiller près de Sauka, ou encore sur le porphyre rouge et le mélaphyre près de Zalaz. Leur épaisseur totale est d'environ 30 mètres. Les fossiles abondent dans le calcaire et le conglomérat qui est au-dessous, mais sont rares dans les grès ; ce sont principalement : *Astarte modiolaris*, *Pholadomya Murchisoni*, *Avicula inæquivalvis*, *Lutraria jurossi*, *Myacites tellinarius*, *Lima duplicata*, *L. sulcata*, *L. gibbosa*, *L. proboscidea*, *L. obscura*, *Spondylus velatus*, *Pecten fibrosus*, *P. lens*, les *Terebratula concinna*, *varians*, *inconstans*, *lagenalis*, *perovalis* et *globata*. Avec ces espèces que l'auteur regarde comme appartenant au groupe oolithique inférieur (son *oolithe moyenne*), il cite le *Pecten textorius* et la *Lima gigantea* qui sont du lias. Nous y voyons en outre quelques espèces de l'Oxford-clay, ce qui peut faire suspendre tout jugement jusqu'à ce que l'on possède un travail stratigraphique et paléontologique plus détaillé et plus complet encore. Les couches représenteraient, suivant lui, la grande oolithe ou oolithe de Bath (*Sandstein* de l'Allemagne), et l'Oxford-clay avec le Kelloway-rock manqueraient dans ce pays. Peut-être serait-il plus naturel d'y rapporter, ou au cornbrash et au forest-marble, la *marne blanche* qui, d'après l'auteur, n'aurait pas son analogue en Angleterre, et représente la marne (*Mergel*) de l'Allemagne ?

M. Zeuschner ne pense pas que les schistes glaiseux sans fossiles, placés sous les grès, soient du lias, et il les regarde comme faisant partie du terrain houiller qui se rencontre près de Sauka, de Porçba, de Mirow, etc. Sur la limite méridionale des couches que nous venons de décrire, on n'en observe pas de plus récentes ; mais à 10 milles au nord, on signale un affleurement rapporté au Portland-stone, caractérisé par l'*Exogyra virgula* et l'absence de céphalopodes. Partout ailleurs, le coral-rag est surmonté du *calcaire pläner* crétacé de la Bohême et de la Saxe. Le tableau suivant montre la série des couches oolithiques des bords de la Vistule,

avec l'indication des principales localités où elles peuvent être observées :

Houille exploitable.	Oolithe de Bath.		Marnes.			Coral-rag.		
	Calcaire jaune et grès.		Marnes blanches et calcaires.			Calcaires coralliens.		
	Grès.	Calcaire sableux.	Calcaire ferrugineux.	Calcaire marbre.	Calcaire marneux	Calcaire en fragments.	Calcaire uniforme.	Calcaire en couches minces.
Vallée d'Orléja. Mont Ponetlica.	Vallée d'Orleja. Porçbu	Vallée d'Orléja. Ostrowiec. Baczyn. Brodly. Ponetlica. Czatkowice Mloszowa.	Vallée d'Orleja.	Vallee d'Orléja.	Vallée d'Orléja. Ponetlica. Milowa. Bnik.	Mnikow. Niclepiec. Mloszocoa. Ponetlica. Dubis.	Wawel Podgorza. Mont S.-Belon. Islawa. Tynlec. Mnikow. Nielepice Oycow. Wierzbowice.	Mont Przeginska. Brodly.

M. Eichwald (1) signale beaucoup d'argiles et de pierres ferrugineuses dans les couches d'Indet, et, dans celles de Sandomir, des grès blancs avec *Serpula lineata*, *articulata*, *Asterias jurensis*, *Pentacrinus basaltiformis*, *Terebratula varians*, *Royeriana*, *Gryphæa dilatata*, *Gervillia aviculoides*, *Panopæa Murchisoni*, *Isocardia corculum*, *Astarte Voltzii*, *Lyriodon navis*, des Pleurotomaires, des Bélemnites et des Ammonites. Au-dessus s'étend un limon quaternaire, friable, micacé, brun noir, passant par places à une argile.

Ilots de Thorn et de Popilani.

Dans les plaines du nord de la Pologne, à une grande distance des dépôts continus dont nous venons de parler, se trouvent indiqués deux lambeaux jurassiques fort éloignés l'un de l'autre. Le premier est situé le long de la Vistule, près de la ville de Thorn ; le second, vers le N.-N.-E., est celui de Popilani, sur les rives de la Windau, dans le gouvernement de Wilna.

Sur la carte géologique de la Russie d'Europe de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, on voit marqué, au sud-est de Thorn, sur la rive droite de la Vistule, non loin de son confluent avec la Drewenz, un îlot de roches secondaires où des fos-

(1) Sur la formation jurassique de la Russie, *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 225. — *Arch. de Erman*, vol. VI, p. 378. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VII, p. 84, des *Notices*, 1851.

siles jurassiques auraient été rencontrés à 100 mètres de profondeur, dans un puits exécuté pour la recherche du sel. La même indication se trouve reproduite sur la carte géologique de l'Europe due au premier de ces savants, ainsi qu'un lambeau crétacé allongé, au sud-ouest, entre la ville et Radzieiewo. Ce dernier est le seul qui soit marqué sur la carte de M. de Dechen, et la carte géologique de l'Europe par André Dumont ne signale ni l'un ni l'autre ; on n'y remarque qu'un petit lambeau de terrain tertiaire moyen qui borde la rive gauche de la Vistule, en face de la ville même de Thorn.

M. Zeuschner (1) a donné les détails suivants sur les couches traversées dans un sondage exécuté près de Ciechocinek, à trois milles de Thorn, sur la rive gauche de la Vistule, et poussé jusqu'à 407 mètres de profondeur (2). A partir de la surface, on a rencontré 26^{m},76 de sables, d'argiles et de marnes tertiaires ; au delà, des calcaires jurassiques ont succédé jusqu'à 300 mètres. Des assises de dolomies ont été traversées entre 117 et 407 mètres ou jusqu'au fond du puits.

A partir de 27 mètres au-dessous du sol où commencent les assises secondaires jusqu'à 32, sont des calcaires blancs, grossiers, semblables à ceux de Cracovie et renfermant des silex noirs. De 32 à 38 les calcaires blancs marneux renferment des baguettes de *Cidaris coronata ;* de 38 à 91, sont des calcaires oolithiques, blancs ou jaunes, à ciment marneux. Les fossiles y sont nombreux, particulièrement les *Cidaris coronata* et *Blumenbachii*, le *Pentacrinus angulatus*, les *Terebratula pectunculoides*, *pectunculus*, *substriata* et *loricata*. De 91 à 93 mètres, est un calcaire blanc à silex, et, de ce point à 108, on a traversé des calcaires oolithiques avec *Ceriopora clavata*, *Cidaris coronata*, *Terebratula ornithocephala*, *T. pectunculoides*, *Exogyra*, etc. ; jusqu'à 112 mètres, on a rencontré un calcaire marneux, blanc ; de 115 à 117, un calcaire oolithique avec *Cidaris coronata*, *Pentacrinus subangularis*, puis, jusqu'à 300 mètres, trente-cinq alternances de marnes, de calcaires blancs, de calcaires marneux ou oolithiques, blancs et gris. Les fossiles sont

(1) *Ueber die Entwickelung der Jura-Formation*, etc. (*Bull. Soc. I. des Natur. de Moscou*, vol. XX, n° 2, p. 588, 1847). — *Neu. Jahrb.*, 1847, p. 156. — Voy. aussi : *Anniversary address delivered*, etc. (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, n° 46, p. 79, 1856).

(2) Nous supposons que les mesures données par l'auteur sont en *pied polonais*, qui est de 0^{m},2880.

de très grosses baguettes de Cidaris et des Térébratules fort petites, excepté une espèce à deux plis. La dolomie qui leur succède est à grain très fin, jaunâtre, et alterne avec des variétés qui ont l'aspect de sable. De 388 à 393 mètres, est une argile grise avec des nodules pisiformes, du fer sulfuré, de la chlorite et des fragments d'Ammonites. Jusqu'à 395 mètres, vient une couche sableuse, et des marnes brunes succèdent jusqu'à 404 mètres, où reparaît la dolomie. Au delà est un sable effervescent. Rien ne prouve d'ailleurs que cette dolomie soit encore une dépendance du coral-rag. La température du fond du puits était à 17°,05.

A 9 lieues au sud-ouest de Mitau, sur les bords de la Windau, près de Popilani, un capitaine ingénieur des mines, M. Ullmann, recueillit des Ammonites et d'autres fossiles, décrits et figurés plus tard par M. Eichwald (1). Le dépôt calcaire, argileux, sablonneux et glauconieux ressemblait au grès vert crétacé. Le calcaire n'a que $0^m,30$ d'épaisseur, et renferme seulement des bois charbonnés. Il passe vers le bas à une argile brune, puis à une argile plus solide, et au-dessous est une oolithe ferrugineuse dont les grains sont de la grosseur d'une lentille, et qui renferme les fossiles que nous allons citer. G. Pusch (2), après avoir rappelé les observations de M. Eichwald, rapporta cet ensemble de couches à la formation jurassique supérieure et moyenne, et pensait qu'il doit s'étendre sous une portion de la Courlande et de la Samogitie. De Buch (3) signala dans cette localité les *Ammonites Pollux*, Rein. (*aculeatus*, Eichw.), *Jason*, id. (*Argonii*, Eichw.), *Lamberti*, Sow. (*carinatus*, Eichw.), *mutabilis*, Sow., *polygyratus*, Rein., *triplicatus*, Sow., *annulatus*, Schloth. (non Sow.), *contractus*, Sow. (*perspectivus*, Eichw.), dont le test nacré a conservé ses couleurs irisées, le *Belemnites canaliculatus*, Schloth., et des alvéoles de *B. giganteus*, id., les *Terebratula varians*, Schloth., var. *popilanica*,

---

(1) *Quatember* von Dr. Trauvetter, vol. II, partie 1, Mitau, 1830.—*Zoologia specialis*, vol. II, p. 29.—*Naturhist. Skizze*, etc., p. 202.

(2) *Polens Palæontologie*, p. 12, in-4°, avec pl., 1837.

(3) *Beiträge zur Bestimmung der Gebirgsformationen in Russland*, p. 75, in-8, Berlin, 1840, avec 3 pl. et 1 carte. -- *Arch. für Miner. von Karsten*, vol. XV, 1840. — Voyez aussi : Blöde, *Die Form. Syst. von Polen*, etc., avec carte et coupe (*Verhandl. der k. Russich. Miner. Gesellsch. zu St.-Petersburg*, 1845-46, p. 1, 1846).

impressa, Bronn, les *Cardium concinnum*, de Buch, *striatulum*, Sow., les *Isocardia corculum*, Eichw., *minima*, Sow., le *Pecten fibrosus*, id., la *Gryphæa dilatata*, id., l'*Avicula inæquivalvis*, Sow., le *Rostellaria bispinosa*, Phill., la *Mya angulifera*, Sow. (1). A l'exception de 2 ou 3 espèces qui appartiendraient au groupe oolithique inférieur, si les déterminations sont exactes, et de quelques autres citées encore par Pusch, telles que l'*Ammonites Parkinsoni*, on voit que le plus grand nombre des fossiles de Popilani indiquent l'horizon de l'étage d'Oxford, ce qui s'accorde avec tout ce que nous allons trouver en nous avançant vers l'E.

Malgré les incertitudes qui résultent, d'une part, des rapports stratigraphiques des couches jurassiques des Carpathes occidentales qui ont été le mieux étudiées, ainsi que de l'association de certaines espèces fossiles; de l'autre, de la succession des strates de la même formation dans les plateaux au nord de Cracovie, nous pouvons faire remarquer que le lias ne paraît exister que dans la première de ces régions, de beaucoup la plus accidentée, et qu'il y présente ces caractères variés et ces associations anormales de formes organiques que nous avons mentionnées sur les deux versants des Alpes. Dans la région des plateaux, au contraire, nous retrouvons une régularité et une continuité qui rappelle ce que nous avons vu, dans la Bavière septentrionale et le Wurtemberg, pour les groupes oolithiques moyen et inférieur. Cependant la distribution des fossiles est moins bien caractérisée, ce qui tient sans doute à ce que l'examen stratigraphique et paléontologique détaillé n'a pas encore été fait comparativement avec assez de soin, pour qu'on ait pu reconnaître et tracer des horizons zoologiques aussi précis, depuis le Kimmeridge-clay qui paraît y exister, jusqu'au représentant de l'oolithe inférieure, ou mieux de quelques éléments du groupe dont cet étage fait partie.

---

(1) Voy. aussi : L. Zeizner, *Palæontologia Polska, Opis zoologiczny, botaniczny i geologiczny*, etc. Paléontologie polonaise, Essai zoologique, botanique et géologique sur les fossiles et les terrains de la Pologne, in-8, 1er cah., 4 pl., Varsovie, 1845.



CHAPITRE XI.

FORMATION JURASSIQUE DE LA RUSSIE.

Distribution générale.

Si l'on se rappelle ce que nous avons dit de la disposition générale des dépôts crétacés de l'est de l'Europe (*antè*, vol. V, p. 347), on verra qu'elle a une certaine relation avec celle des dépôts jurassiques du même pays. Les principaux affleurements de ces derniers, plus ou moins continus, se coordonnent de manière à former trois zones ou régions sensiblement parallèles, équidistantes, d'inégale longueur, et dirigées du N.-O. au S.-E.

La *région du sud* coïncide avec la ligne crétacée dont nous avons parlé ; elle est marquée par des lambeaux jurassiques, depuis ceux des bords de la Vistule jusqu'au Balkan, sur la côte orientale de la mer Caspienne, comprenant ainsi les deux versants du Caucase et la Crimée.

La *région moyenne* commence dans le gouvernement de Moscou et se suit jusque vers la pointe sud de l'Oural. Des roches du même âge, indiquées sur les bords du plateau d'Ust-Urt, du côté de la mer d'Aral comme sur celui de la Caspienne, semblent relier les deux zones à leur extrémité orientale, et former les éléments d'une immense ellipse très allongée, et à l'intérieur de laquelle des affleurements, qui se montrent çà et là, annoncent la continuation des couches sous les dépôts crétacés et tertiaires. Au nord cependant, le bord de cette ellipse n'était pas continu de Moscou à Popilani, car la chaîne des collines de transition du Valdaï n'a pas été recouverte par la mer jurassique, dont le rivage traçant un golfe autour de l'emplacement de Moscou, circonscrivait sans doute à l'est le massif dévonien d'Orel pour se diriger ensuite au N.-O., vers l'affleurement des bords de la Windau, et joindre encore au delà l'île de Bornholm, la Scanie et les côtes de la Poméranie suédoise (1).

(1) Voy. Eichwald, *Einige vergleichende Bemerk. zur geogn. Scandinavien und der Westlichen Provinzen Russlands* (*Bull. Soc. I. natur. de Moscou*, vol. XIX, p. 1, 1846).

La *région du nord* comprend tout l'espace triangulaire situé entre le rameau septentrional de l'Oural et la chaîne des Monts-Timans, puis au nord-ouest de cette dernière, une surface assez étendue qui se termine à la presqu'île de Kanin. Ce triangle, dont le sommet se trouve vers le 62e degré et la base vers le 70e, est ainsi divisé en deux parties par l'axe des Monts-Timans. En outre, ses couches se rattachent directement à la zone moyenne ou de Moscou par des affleurements continus qui, de son sommet ou de sa partie sud, s'étendent au S.-O., perpendiculairement aux lignes précédentes du rivage, à travers les gouvernements de Vologda et de Kostroma, en remontant la vallée supérieure du Volga jusqu'à Tver. Si l'on joint, par la pensée, les points extrêmes de ces trois régions, on voit qu'elles embrassent une surface plus grande que celle de tout le reste de l'Europe qui nous a occupé jusqu'à présent, et cependant nous n'allons plus y trouver que le représentant d'un seul de nos quatre groupes jurassiques, le second ; quant aux trois autres, ils n'y ont encore offert aucune trace.

Enfin au delà de l'Oural septentrional, dans la Sibérie, on pourrait distinguer, comme constituant une quatrième région, aussi vaste que peu connue encore, quelques gisements de fossiles dont les voyageurs ont çà et là constaté la présence ; mais, pour éviter de trop subdiviser notre sujet, et quoique appartenant à l'Asie, nous les réunirons à la région septentrionale par laquelle nous commencerons, celle du sud nous amenant naturellement au chapitre XII consacré à l'Asie.

§ 1. — Région du nord.

Sibérie. La localité précise du versant est de l'Oural septentrional d'où proviennent les fossiles déterminés par M. A. Karpinsky (1) n'a pas été indiquée, mais il est probable que c'est la même qu'a explorée M. Straiewsky (2), à 460 verstes au nord de Bogoslofsk, sous le 64e degré de lat. N. On remarquera cependant que les espèces citées sont assez différentes ; ce sont, suivant M. Karpinsky, les *Ammonites colubratus*, Schloth., *communis*, Sow.,

(1) *Annuaire du Journ. des mines de Russie*, année 1838, *Trad. franç.*, vol. V, p. 355, 1840.

(2) *Lettre de M. de Helmersen à M. de Humboldt*, sept. 1839 ; *Asie centrale*, vol. I, p. 486, 1843.—Murchison, de Verneuil et de Keyserling, *The geol. of Russia in Europe*, vol. I, p. 230, 1845.

crenatus, Rein., *planulatus*, Schloth., la *Mya litterata*, Sow., les *Terebratula quadriplicata*, Ziet., *intermedia*, Sow., et un grand nombre d'autres fossiles dont la détermination est plus ou moins douteuse.

L. de Buch (1) a reconnu parmi ceux de Mednoï-Simow les *Ammonites apertus*, de Buch (*Duncani*, Sow.), *Jason*, Rein., *circumtextus*, de Buch, le *Belemnites canaliculatus*, Schloth., les *Terebratula bullata*, Sow., *concinna*, id., un *Pecten*, la *Perna quadrata*, Sow., l'*Astarte elegans*, Ziet., le *Solen antiquus*, Eichw., la *Lutraria donaciformis*, Gold., fossiles qui, recueillis par M. Strajewsky, dans un sol aujourd'hui constamment gelé, prouvent l'existence. à cette époque reculée, d'une température certainement fort élevée.

Sur les bords des petites rivières Tchol et Tolya, M. Eichwald (2) mentionne beaucoup de grandes Ammonites (*A. borealis*, Eichw.), de 0^{m},50 de diamètre, *A. Kœnigi*, Sow., *A. sagitta*, Eichw., *A. polyplochus*, Rein., *A. septentrionalis*, Eichw., *Belemnites curtus*, d'Orb. (*B. russiensis*, d'Orb.), *B. mamillaris*, *Pleurotomaria septentrionalis*, Eichw., *Pholadomya angustata*, *P. monticola*, *Panopæa antiqua*, *Astarte Veneris*, *Cucullæa vogulina*, beaucoup de *Pinna*, et surtout une grande variété de Térébratules. Cette localité se trouve indiquée sur la carte géologique de la Russie d'Europe qu'a donnée M. de Helmersen (3) comme sur celle de M. Ad. Erman (4). Sur la carte de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling (5), ce lambeau, appuyé contre les couches siluriennes, se prolonge jusqu'au delà du 65ᵉ degré, et l'on en voit un autre situé plus au nord, sur la rive droite de l'Ob, près d'Obdorsk. Ce dernier n'a pas été reproduit par la carte géologique de l'Europe de MM. Murchison et Nicol (6) où se trouvent seulement marqués une grande

---

(1) *Beiträge zur Bestimm. d. Gebirgsform. in Russland*, in-8, Berlin, 1840.

(2) *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 225. — *Arch.* de *Erman*, vol. VI, p. 378. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VII, p. 84 des *Notices*, 1851.

(3) *Uebersicht-Karte d. Gebirgsform. im europaischen Russland*, 1 f., Saint-Pétersbourg, 1841. — *Annuaire du Journ. des mines de Russie*, année 1841, pl. 6, traduct. franç., vol. VIII, p. 372 et pl. 6.

(4) *Archiv. für Wissensch.-Kunde von Russland*, 1841.

(5) 1845.

(6) 1856.

quantité d'ossements d'éléphants, de rhinocéros, de bœufs, etc. M. E. Robert (1) soupçonnait aussi qu'il existait des dépôts jurassiques à l'est de l'Oural, entre les embouchures de l'Olenek et de l'Ob.

Plus à l'est encore et bien loin au delà du cercle polaire, M. Middendorf a recueilli, sur les côtes de la mer Glaciale, dans l'immense espace qu'il a parcouru entre l'Oural et la rivière Olinka, de nombreux fossiles que sir R. Murchison (2) n'a pas hésité à reconnaître pour des types de l'Oxford-clay ; mais aux Bélemnites et aux Ammonites jurassiques étaient associées des Cératites, dont une espèce même se rangerait dans la section des Goniatites. Les dépôts qui les renferment s'observent d'ailleurs sur beaucoup de points de ces régions. Par 75° lat., sur l'île de Kotalny-Ostroff, dans la partie occidentale de la Nouvelle-Sibérie, l'intrépide voyageur russe a découvert des Cératites, probablement d'un autre âge (3).

Bassin de la Petschora.

Le bassin de la Petschora occupe un triangle isocèle borné à l'est par l'Oural, à l'ouest par les Monts-Timans, au nord par la mer, et dont le sommet au sud est formé par la réunion des deux chaînes ou point de partage des bassins de la Petschora et de la Dvina. La plus grande partie de cette surface intérieure, peu accidentée, est remplie par des dépôts jurassiques, dont on doit surtout la connaissance à M. le comte de Keyserling. Dès 1839, M. E. Robert (4) avait à la vérité signalé la présence de l'Oxford-clay sur les bords de la Petschora, non loin de son embouchure, où des Ammonites avaient été rencontrées ; mais ce ne fut que par la carte géologique de la Russie, jointe au bel ouvrage de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, que la distribution de ces dépôts fut exactement représentée, la carte de M. de Helmersen n'en offrant encore aucune trace.

Au mois de mai 1843, M. de Keyserling entreprit un voyage d'exploration fort intéressant dans le bassin de la Petschora et dans les montagnes qui le bordent. Nous emprunterons ce qui suit à

---

(1) *Bull.*, 1re sér., vol. XI, p. 320, 1840.
(2) *Loc. cit.*, p. 652 **.
(3) Académie de Saint-Pétersbourg, 23 avril 1841. — L'*Institut*, 13 janv. 1842. — Académie de Saint-Pétersbourg, 1847. — L'*Institut*, 2 mai 1849. En 1811, M. Samnikow a rapporté à Irkoutsk de l'île Fadejow, dans la Nouvelle-Sibérie, des Ammonites avec leur test nacré (voy. Wrangel, *Siberische Reise*, p. 113).
(4) *Bull.*, 1re série, vol. XI, p. 320, 1840.

l'ouvrage qu'il y a publié en 1846 avec M. P. de Krusenstern qui s'était plus particulièrement occupé de la géographie du même pays (1). L'auteur ayant donné à sa description la forme d'un itinéraire, nous le suivrons à partir de son entrée dans le bassin de la Petschora par sa partie méridionale ou par le sommet du triangle ; nous traiterons dans la seconde section de ce qui appartient au bassin de la Dvina.

Sur la rive droite de la Soiwa, dit M. de Keyserling (p. 358), les couches carbonifères plongent sous le lit de la rivière, et sont surmontées d'argile noire jurassique avec *Belemnites kirghisensis*, d'Orb., *Aucella Pallasii*, Keys., du bois sulfuré, du jayet, etc. Cette couche, qui s'élève de 1 mètre seulement au-dessus de la rivière, est recouverte par un lit de tourbe avec du fer des marais (2). Le long de l'Ylytsch inférieur, les cailloux roulés à la surface sont mélangés d'*Aucella concentrica*.

(P. 370.) Au nord de ce point, près de Sawinborskaja, la rive gauche de la Petschora montre, dans un escarpement de 35 à 45 mètres, un lit de sable jaune de 1 mètre, une couche de gravier et de cailloux roulés de $1^m,50$, une argile grise avec des fragments de Bélemnites, des blocs de quartzite, de calcaire de transition, et dont la partie inférieure, plus schisteuse, contient quelques lits bruns, ferrugineux. En descendant la rivière, on rencontre des blocs de grès gris, et à Wosinskaja, où les assises secondaires ont une épaisseur de 20 et quelques mètres, de nombreuses sources s'échappent à la jonction des sables et des argiles.

(P. 372.) Les argiles jurassiques affleurent çà et là sur les bords de la rivière comme à Podtscherje et à Sawinborskaja. On n'y voit point de Bélemnites, mais les *Aucella* sont répandus dans des blocs calcaires. Une de ces coupes montre une masse argileuse non stratifiée, de 25 mètres d'épaisseur, paraissant avoir subi des dérangements, et renfermant des blocs, des fragments de Bélemnites, des masses calcaires avec *Aucella Pallasii*, *Terebratula personata*, de Buch, var. *minor*, fossiles qui caractérisent l'argile jurassique de ce pays.

---

(1) *Wissenschaftliche Beobachtungen*, etc. *Observations scientifiques faites pendant un voyage dans le bassin de la Petschora*, in-4, avec une carte géographique du cours de cette rivière et de ses affluents, une carte géologique et 22 pl. de fossiles de divers terrains, Saint-Pétersbourg, 1846.

(2) *The geology of Russia in Europe*, vol. I, pl. 5, fig. 3, 1845.

(P. 379.) Non loin d'Oranetz, on atteint, après les couches carbonifères, le bassin inférieur de la Petschora qui comprend une vaste étendue de dépôts du même âge. Au-dessus de Koschawa domine l'argile grise avec des Bélemnites qui se trouvent aussi dans le lit de la rivière, et, en suivant celle-ci jusqu'à Ust-Ussa, les argiles sont encore caractérisées par les Bélemnites, les Ammonites et des bois avec fer sulfuré.

Pris dans son ensemble, on voit que le fond de cette grande vallée est occupé par une argile avec *Belemnites absolutus*, et peut-être d'autres espèces mélangées avec de gros cailloux roulés de toutes les roches cristallines et sédimentaires de l'Oural. Elle atteint jusqu'à 30 et quelques mètres au-dessus du niveau de la rivière sans dépasser ordinairement 10 à 12. Des argiles rougeâtres, sablonneuses, qui ont jusqu'à 13 mètres d'épaisseur, y sont subordonnées, et au-dessus est un dépôt de sable caillouteux. Quelquefois ce sont seulement des argiles feuilletées, alluviales, de 2 à 3 mètres, qui les recouvrent. A une certaine distance des bords de la rivière, elles ont jusqu'à 25 mètres. Les coteaux qui longent la vallée s'élèvent à 25, 50 et même 65 mètres au-dessus de son lit.

A l'exception des Bélemnites, les fossiles jurassiques ne se montrent que dans les concrétions calcaires ou sablonneuses, ou encore dans des blocs. Ces concrétions forment çà et là, par leur réunion, des lits alternant avec des strates argileux, disposition très prononcée vers l'embouchure de l'Ishma, sur la rive droite de la Petschora, où les argiles ont 39 mètres d'épaisseur. Elles sont grises, dérangées à la surface, renferment des blocs de grès et de calcaire fétide qui proviennent du terrain de transition de l'Oural et sont remplies de Bélemnites.

Sur la rive même de la Petschora, on trouve dans l'argile: *Pecten demissus*, Bean, *Lima Phillipsii*, d'Orb., *Aucella Pallasii*, Keys., *A. concentrica*, id., *Avicula semiradiata*, Fisch., *Lucina corrosa*, Keys., *Cardium concinnum*, Buch, *Panopœa abducta*, Keys., *Turritella Petschoræ*, id., *Ammonites alternans*, Buch, *A. diptychus*, Keys., *A. Tchefkini*, d'Orb., var. *stenolobus*, Keys., *Belemnites absolutus*, Fisch. Dans les talus qui longent la Paganoi-nos, près d'Ust-Zylma, on rencontre de plus : *Pecten fibrosus*, Sow., *P. lens*, id., *Avicula volgensis*, d'Orb., *Posidonia revelata*, Keys., *Lithodomus Ermanianus*, id., *Pectunculus Petschoræ*, id., *Nucula rhomboides*, Keys., *Cyprina*, *Astarte obtusa*, Keys., *Venus exularis*, id., *Solecurtus Petschoræ*,

id., *Actæon Perofskianus*, d'Orb., *A. Petschoræ*, Keys., *Ammonites Balduri*, id.

(P. 381.) Les pentes qui bordent la basse Petschora sont formées de ces mêmes argiles avec *Gervillia lata*, des blocs de calcaire de montagne avec *Productus mammatus*, Keys., *Spirifer Saranæ*, Vern., et d'autres calcaires plus anciens, noirâtres, avec *Terebratula reticularis*. Au delà de l'île de Bugajef, on observe, dans les argiles, des Ammonites et des *Aucella*, puis vient le grès de Paganoi-nos. Il en est de même avant qu'on atteigne l'île alluviale de Charinski. En face de Wiska, un escarpement de 64 mètres de hauteur renferme encore des Bélemnites, et la terrasse de la rive gauche qui lui correspond est éloignée de 20 verstes.

Dans la région plate de Timans-Tundra située plus au nord, se montrent aussi les argiles à Bélemnites. Ces fossiles sont désignés par les Samoyèdes sous le nom de *Par-nang* ou *griffes du démon des eaux*. Partout, entre la rive gauche de la Petschora et la côte, les argiles s'étendent au-dessous des dépôts quaternaires. Le long de la Tschornaya-Rossocha, au confluent de la Waschkina, des fragments de grès calcaire, brun jaunâtre, avec des fossiles carbonifères, sont encore recouverts d'une argile grise jurassique.

(P. 390.) Si nous reprenons au sud la vallée de l'Ishma, affluent de la Petschora, nous verrons avec M. de Keyserling la rive gauche, plus élevée que la droite, formée de grès calcarifère avec des bois fossiles, et coupée entièrement dans les assises jurassiques. Près de Poroshefskaja et aux environs, alternent des argiles et des schistes avec *Aucella* et de nombreuses Bélemnites (*B. borealis*, d'Orb., *B. russiensis*, id., *B. kirghisensis*, id.). Si l'on remonte la rivière, les bancs calcaires qui alternent avec les argiles produisent des rapides. Ce calcaire est gris, quelquefois cristallin, ou bien concrétionné, taché de vert, puis sablonneux et verdâtre ; le *Belemnites russiensis* s'y montre quelquefois avec l'*Ammonites Ishmæ*, Keys., des *Myacites*, la *Pholadomya dilatata*, Keys., la *Lyonsia Alduini*, d'Orb., la *Corbis sublævis*, Keys., l'*Ostrea Sowerbyana*, Bronn, mais sans *Aucella*.

Sur cette limite de la formation jurassique, partout argileuse, on peut distinguer quatre sous-divisions ou assises. La première contient des bancs de grès gris, dur, brun jaunâtre à la surface, renfermant des bois pétrifiés et se suivant, de l'embouchure de l'Ishma jusqu'à Ust-Ishma. Il en est de même près de la Pestchora à Paganoi-nos, et lorsqu'on descend jusqu'à Ust-Zylma. Le *Cardium*

concinnum et l'*Ammonites alternans* caractérisent cet horizon qui semble représenter ici le grès de Koroshovo (environs de Moscou).

La *seconde assise* est une argile avec un calcaire géodique, l'*Ammonites polyptychus*, Keys., l'*Avicula semiradiata*, Fisch., et de nombreuses Bélemnites. Elle représenterait peut-être les rognons à *Ammonites virgatus* des environs de Moscou, et les argiles avec grès de Bessonof dans le gouvernement de Simbirsk.

La *troisième* comprend des argiles schisteuses, bitumineuses, sèches, remplies d'*Aucella Pallasii*, et de Bélemnites (*B. Pallasii*). Elle se trouverait au niveau de la troisième sous-division des environs de Moscou et des schistes bitumineux de Simbirsk.

Enfin, la *quatrième assise* est composée de calcaires sableux enveloppés d'argile. On y trouve peu de Bélemnites, mais beaucoup de Myacites et l'*Ammonites Ishmæ*. Peut-être serait-ce l'équivalent de la quatrième division du Jura de Moscou, ou bien un *facies* particulier des dépôts littoraux. Le manque de superposition directe, visible dans le bassin même de la Petschora, ne permet pas d'affirmer la succession chronologique de ces assises, mais en les comparant avec celles que nous allons étudier tout à l'heure dans le bassin de Moscou, où la superposition peut être constatée, on est conduit à admettre qu'elles représentent réellement des dépôts différents.

Lorsqu'on remonte le cours de l'Ishma, on marche des couches les plus récentes vers les plus anciennes. Près des rapides de Strigolof, vis-à-vis de Gosman-Pi, les calcaires dévoniens, régulièrement stratifiés, plongent de 5° à 8° au N. un peu E. Le système carbonifère manquant en cet endroit, ils sont immédiatement recouverts par les assises jurassiques.

Versant nord-ouest des Monts-Timans.

Vers le milieu de sa longueur, la chaîne des Monts-Timans s'écarte un peu de sa direction première, en s'infléchissant vers le N.-N.-O. A partir de la rivière Pishma la carte géologique de la Russie, comme celle de M. de Keyserling, et celle de l'Europe, par sir R. Murchison, montre les dépôts jurassiques commençant à border le pied occidental des Monts-Timans, pour occuper ensuite tout le pays jusqu'à l'embouchure de la Mezene, la côte occidentale du golfe Tcheskaia et la presqu'île entière de Kanin ou Kanins-Tundra ; sur les deux cartes de sir R. Murchison, cette surface jurassique est bordée, à l'est de même qu'à l'ouest, presque entièrement par des dépôts permiens, tandis que sur celle de M. de Keyserling, en l'absence de la bande permienne à l'est, ou du côté de

a chaîne, elle s'appuie sur le calcaire carbonifère (*Bergkalk*) qui la sépare du système dévonien. Nous possédons peu de détails sur les caractères de cette grande surface, interrompue à l'extrémité de la presqu'île de Kanin, par une bande nord-ouest-sud-est de roches schisteuses, cristallines ou métamorphiques, prolongement de l'axe une seconde fois infléchi des Monts-Timans (1).

§ 2. — Région moyenne.

Appendice nord-est.

Sur la carte géologique de la Russie de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, et sur celle de l'Europe de MM. Murchison et J. Nicol, la ligne de partage des eaux de la Petschora et de la Dvina, à l'extrémité sud des Monts-Timans, est occupée par la formation permienne ; sur la carte jointe à l'ouvrage de MM. de Keyserling et de Krusenstern au contraire, la teinte consacrée au diluvium ou dépôt quaternaire, recouvrant exclusivement les couches jurassiques, passe par-dessus cette ligne et réunit pour l'œil les sédiments secondaires des deux bassins. Sur sa carte géologique de l'Europe, A. Dumont, ayant fait abstraction des dépôts quaternaires, a représenté les couches jurassiques du sommet du triangle du bassin de la Petschora comme étant continues avec celles du bassin de la Vitchegda (Wytschegda), suivant le cours de la Keltma-sud et de la Keltma-nord. Si nous nous en tenons aux deux premières cartes, où la continuité n'existe pas, on voit que ces couches appartiennent à l'appendice dont nous avons parlé, et qui, placé entre la zone nord et la zone moyenne, puis allongé du N.-E. au S.-O., perpendiculairement à leur direction, leur sert en quelque sorte de lien commun.

MM. de Keyserling et Blasius avaient déjà observé les *Ammonites Lamberti* et *sublævis*, le *Belemnites excentricus* et la *Gryphæa dilatata* dans le bassin de la Vitchegda, sur les bords de la rivière

(1) Voyez les cartes précitées et *Annuaire du Journ. des Mines de Russie*, vol. VIII, p. 372, année 1841, Paris, 1844. — Sur la carte de M. de Helmersen, ce pays jusqu'à la Dvina d'une part, et jusqu'à l'Oural de l'autre, est resté presque tout entier en blanc, et ne présente nulle part de dépôts jurassiques. M. E. Robert (*Bull.*, 1re sér., vol. XI, p. 320, 1840,) signale des Ammonites en fer sulfuré et des Bélemnites qui proviendraient des districts de Kun et de Kola dans la Laponie russe par 67° lat., mais cette indication ne paraît pas avoir été confirmée depuis.

Syssola (1). Mais depuis, le premier de ces savants, dans l'ouvrage dont nous venons de parler, a de nouveau décrit cette localité (p. 344). A la station Sanuli, éloignée de 500 mètres de la rivière de Lusa, au sud d'Ut-Syssolsk, on trouve des fragments de *Belemnites absolutus*, Fisch. Il y en a aussi à 8 kilomètres plus loin, toujours près de la même rivière, et, à 2 kilomètres au-dessus de l'embouchure de la grande Njula, les Bélemnites sont dans une argile grise qu'on retrouve sur d'autres points, tel que la station Kiberskoi, sur la Bub, affluent de la Vesinga. Nulle part on n'observe de calcaire. Les Bélemnites, appelées *doigts du diable* et connues de tous les habitants, se montrent dans les crevasses du sol. La couche de marne argileuse grise renferme au-dessus du village de Wotscha, sur la Syssola, les fossiles suivants recueillis, par M. Greve.

Belemnites Panderianus, d'Orb., *absolutus*, Fisch., *kirghisensis*, d'Orb., *Ammonites coronatus*, Brug., *Tchefkini*, d'Orb. ou var., *stenolobus*, Keys., *biplex*, Sow., *Syssolæ*, Keys., *mosquensis*, Fisch., *Jason*, Rein., *cordatus*, Sow., *Actæon striatulus*, Keys., *Turbo Wisinganus*, id., *rhomboides*, id., *Pleurotomaria Syssolæ*, id., *Buchiana*, d'Orb., *Rostellaria bispinosa*, Phill., *Cerithium Syssolæ*, Keys., *Dentalium Maureanum*, d'Orb., *Pholadomya Dubois*, Ag., *Panopæa rugosa*, Sow., *peregrina*, d'Orb., *Lyonsia Alduini*, id., *Cardium concinnum*, de Buch, var. *Wisinganum*, *Astarte Veneris*, Eichw., *Cyprina Syssolæ*, Keys., *Arca elongata*, Sow., *Pecten lens*, id., *Gryphæa dilatata*, id., *Ostrea Sowerbyana*, Bronn, *Terebratula Sowerbyana*, de Buch. Ainsi, sur ce point comme dans tout le reste de la Russie, l'étage d'Oxford existe seul.

La série de ce district paraît être semblable à celle des environs de Moscou, où nous distinguerons une assise supérieure sablonneuse et une inférieure argilo-marneuse. A l'exception du *Cardium concinnum* qui est ici fort rare, on ne trouve pas les fossiles de la première, mais il y en a beaucoup de la seconde avec laquelle les couches des bords de la Syssola correspondent aussi pétrographiquement.

(P. 346.) La coupe de Kargor sur sa rive gauche, à 52 kilomètres de Ust-Syssolsk, montre, sur une épaisseur de 25 mètres :

---

(1) *Annuaire du Journ. des mines de Russie*, vol. VIII, année 1841, p. 372, Paris, 1844. — *Notiz ueber Verbreitung von geogn. Formationen in europaischen Russland* (*Bull. Soc. I. natur. de Moscou*, 1841, p. 871).

1. Dépôts quaternaires s'étendant sur les pentes de la vallée et masquant une partie de l'argile sous-jacente.
2. Argile marneuse gris bleu, avec *Belemnites absolutus*, *Ammonites Tchefkini*, d'Orb., une variété *stenolobus*, *Turbo Puschianus*, d'Orb., *Pholadomya Dubois*, Ag., *Lyonsia Alduini*, d'Orb., *Astarte Veneris*, Eichw., *Cyprina Syssolæ*, Keys., *Terebratula personata*, de Buch.
3. Marnes bigarrées avec des fragments de végétaux, appartenant au système permien.

La coupe de la vallée de la Vitchegda à Pesmazkaja donne :

1. Sable fin quaternaire.
2. Sable gris blanc avec des lits de cailloux roulés de gneiss.
3. Argile plastique gris foncé de 2m,50, avec des blocs calcaires, et l'*Aucella concentrica*, espèce caractéristique qui manque dans les argiles de la Syssola, plus marneuses et plus blanches. On y rencontre aussi des fragments de *Productus Cancrini*, des couches permiennes.

A Wyscharski-Pogast, des couches marneuses noires, ressemblant au gault d'Angleterre, renferment encore le *Belemnites kirghisensis*, d'Orb., l'*Aucella crassicollis*, Keys., l'*Avicula semiradiata*, l'*Ammonites Tchefkini*, var., *stenolobus*, Keys.

(P. 349.) A deux kilomètres d'Anybskaja, l'argile noire avec des blocs de calcaire sablonneux, montre l'*Aucella rugosa*, var., *sublævis*, et les Ammonites y sont bien connues de tous les habitants. A Labeshnaja, un escarpement argileux de 25 à 30 mètres est aussi rempli de Bélemnites; à Wapolka, toujours dans la vallée de la Vitchegda, l'argile jurassique noire avec *Belemnites russiensis* est recouverte de dépôt quaternaire, et sur d'autres points cette même argile surmonte les calcaires carbonifères dolomitiques avec *Chætetes filiformis*, *Productus*, etc.

M. de Keyserling, à la suite de cette relation de son itinéraire, a présenté quelques observations sur les coupes 4 et 5 de la pl. 5 du grand ouvrage sur la Russie de l'Europe, exécuté en commun avec MM. Murchison et de Verneuil. Suivant lui, le soulèvement des schistes cristallins de la presqu'île de Kanin et des autres parties des Monts-Timans aurait eu lieu pendant la période dévonienne. Plus tard, un soulèvement peu prononcé aurait limité au nord-est la mer permienne, et, pendant une période subséquente, les sédiments jurassiques se seraient accumulés de part et d'autre de la chaîne. Le soulèvement du terrain de transition, comme le montrent

les cartes, ne se serait pas produit dans la même direction que celui des schistes cristallins.

L'auteur a aussi étudié avec soin toutes les espèces fossiles recueillies dans les assises jurassiques que comprend sa carte ; il a donné les caractères et la synonymie des espèces déjà connues, décrit et figuré celles qui étaient nouvelles, entre autres les coquilles qu'il a réunies sous le nom d'*Aucella* et dont quelques-unes avaient été rangées par les auteurs dans les genres *Avicula* et *Inoceramus*.

Les couches jurassiques que nous venons de décrire dans le gouvernement de Vologda, où elles occupent une surface marécageuse formant la ligne de partage du bassin de la Dvina et du Volga, se continuent au sud-ouest dans celui de Kostroma, toujours bordées par les dépôts permiens, mais diminuant de largeur en suivant le cours de l'Unja jusqu'à sa jonction avec le Volga.

En face de Kineshma, sur la rive droite de ce fleuve, M. E. Robert (1) a observé, en 1839, des argiles calcarifères noirâtres, un peu sablonneuses, renfermant une quantité prodigieuse de Bélemnites (*B. subsulcatus*, *compressus*, Blainv., *unisulcatus*, id. (2), plusieurs Ammonites, entre autres l'*A. bicristatus* (3), et la *Gryphæa dilatata*. Ces couches, que l'auteur n'hésite pas à rapporter à l'Oxford-clay, forment des collines à pentes douces, recouvertes de sable quaternaire gris, rougeâtre ou jaunâtre, avec des blocs erratiques de roches cristallines épars sur les talus. Il était permis alors de confondre avec les marnes irisées le grand ensemble de couches rouges sous-jacentes, qui depuis a été désigné sous le nom de *système permien*.

Cet appendice jurassique, transverse et continu, se termine en remontant la Mologa au village de Ples. Sur la carte géologique de M. de Helmersen (1841) et sur celle de M. Ad. Erman (1841), un simple lambeau était indiqué au nord de la Syssola, un second au sud près de Jurievetz, puis deux à l'est, dont un près de Kostroma et l'autre à Jaroslav. Celui de Kostroma a été reproduit sur la carte de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling (1845), qui en marque un autre au nord-ouest, non loin de Rybinsk. Enfin, un cinquième est indiqué près de Koliazin. Plusieurs de ceux-ci n'ont pas été reproduits sur la carte géologique de l'Europe de MM. Murchison et Nicol (1856).

---

(1) *Bull.*, 1re sér., vol. XI, p. 323, 1840.
(2) Ces deux espèces sont du lias ; la première nous est inconnue.
(3) Nous ne connaissons pas cette espèce.

Au sud-est de Kostroma, entre cette ville et Kineshma, des argiles d'un vert noirâtre et des calcaires argileux recouvrent, à stratification concordante, les couches rouges schisteuses du système permien. Néanmoins ces roches sont discontinues, et les plus récentes sont suffisamment caractérisées par l'*Ammonites cordatus*, le *Turbo muricatus* et une Bélemnite de l'Oxford-clay (1). Entre Ples et Kineshma, on voit, au-dessus des argiles et avec une épaisseur de 16 mètres, des bancs ferrugineux, des marnes compactes, concrétionnées ou avec des oolithes grossières. Sur d'autres points les Ammonites, les Bélemnites, la *Gryphœa dilatata*, prise d'abord pour la *G. Maccullochii*, abondent dans l'argile inférieure. Les fossiles recueillis par MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, sont, suivant les déterminations d'Alcide d'Orbigny, les *Belemnites volgensis*, d'Orb., *borealis*, id., *Panderianus*, id., *magnificus*, id., les *Ammonites cordatus* Sow., *subcordatus*, d'Orb., *biplex*, Sow., les *Actæon Frearsiana*, d'Orb., *Peroskiana*, id., les *Pleurotomaria Buchiana*, id., *Wortiana*, id., la *Lucina Phillipsiania* id., l'*Avicula volgensis*, id., la *Lima Phillipsii*, id., la *Terebratula personata*, de Buch.

Étendue de la région moyenne.

Sur la carte qui accompagne son esquisse des formations de la Russie, L. de Buch (2) a marqué une surface considérable occupée par les dépôts jurassiques, entre Kasan, Simbirsk, Kasimow et Kostroma, puis une bande étroite qui suit le cours du Volga de Simbirsk à Sarepta. A l'est et au sud d'Orembourg ils bordent presque tout le bassin de l'Ilek, et un lambeau au nord de la ville est indiqué près de Salmysch, tandis que Moscou et ses environs sont représentés comme appartenant à la craie.

La carte de M. de Helmersen (3), qui parut l'année suivante, et surtout celle qu'a publiée en même temps A. Erman, sont de beaucoup supérieures à celle de de Buch. On y remarque, aux environs de

(1) Murchison, de Verneuil et de Keyserling, *The geology of Russia*, vol. I, p. 231, 1845.

(2) *Beiträge zur Bestimmung des Gebirgsform. in Russland*, in-8, Berlin, 1840. — *Arch. für Miner. von Karsten*, vol. XV.

(3) *Uebersichts-Karte d. Gebirgsform. im europaischen Russland*, 1 f., Saint-Pétersbourg, 1841. — *Annuaire du Journ. des mines de Russie*, année 1841, p. 372, pl. 7). — Sur l'état actuel de nos connaissances géologiques, relativement à la Russie d'Europe, par A. Erman, avec carte. Compilation et indications bibliographiques des publications depuis Pallas jusqu'en 1841 (*Arch. für Wissenschaftliche-Kunde von Russland*, 1re livr., Berlin, 1841).

Moscou, le long de la Moskowa, un lambeau jurassique allongé ; un autre, beaucoup plus étendu, dirigé E., O., entre l'Oka et le cours du Volga jusqu'à Simbirsk, se prolonge ensuite en une bande étroite sur la rive droite du fleuve jusqu'à Sarepta. Au sud-est, dans le bassin hydrographique de l'Oural, deux lambeaux sont marqués au-dessus d'Orsk, puis d'autres au nord d'Orembourg, entre la rive gauche du fleuve et l'Ilek, sur la rive gauche de l'Oural, en face de Kalaginsk, enfin à l'est de l'Emba.

Ces premiers jalons ont été réunis, complétés et modifiés à la suite des recherches de MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, dont la carte, aux environs de Moscou, indique, outre le lambeau principal qui entoure l'ancienne capitale de la Russie, d'autres moins importants à l'ouest et à l'est. Dans cette dernière direction, à partir de la rive droite du Volga, à l'est de Kortcheva, une bande flexueuse, continue, d'inégale largeur, se dirige vers Simbirsk où elle s'arrête, et, de ce point à Saratof seulement, les mêmes couches reparaissent à trois reprises sur la rive droite du fleuve. Dans le gouvernement d'Orembourg, une large zone arquée circonscrit celle de la craie dont nous avons parlé (*antè*, vol. V, p. 360), et vient aboutir à l'extrémité de l'Oural. Un seul lambeau est indiqué au nord-ouest d'Orsk, et un autre moindre encore, au nord-est d'Orembourg, n'a pas été reproduit sur la carte géologique de l'Europe de MM. Murchison et Nicol, tandis qu'au sud de Samara, près de Berezova, on en remarque un autre qui avait été omis jusque-là. Une partie du rivage occidental de la mer d'Aral, qui de ce côté limite le plateau d'Ust-Urt (1), est encore bordée par une étroite ceinture jurassique qui se reproduit à la base du bord méridional de ce même plateau, pour se terminer à l'ouest non loin de la Caspienne, où elle constitue le massif montagneux du Kara-Tau élevé de 796 mètres au-dessus de la mer.

La carte géologique de l'Europe d'André Dumont (1857) diffère peu de la précédente ; cependant on y trouve conservés les lambeaux de Kostroma, de Rybinsk, d'Uglitch, de Singilei, le long du Volga, et celui de la Sakmara, au nord-est d'Orembourg, que nous ne savons par quels motifs MM. Murchison et Nicol ont supprimés sur leur carte géologique de l'Europe.

Il serait difficile de conclure quelque chose de bien positif des

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. XII, p. 115, 1855.

coquilles ramassées à la surface du sol par MM. Kavalewski et Guerngross (1), dans la partie septentrionale de l'Ust-Urt, et déterminés par M. Eichwald, car on y remarque des fossiles de la plupart des terrains, associés avec des espèces encore vivantes.

La position des îlots jurassiques d'Isium et de Sviata-Gora, isolés au nord du massif ancien du Donetz, nous engage à les comprendre dans cette zone moyenne au lieu de les réunir à celle du sud avec laquelle ils ont encore moins de relations géographiques.

Bassin de Moscou.

Vers la fin du siècle dernier, Macquart (2) avait observé que le sol occupé par la ville de Moscou avait été envahi par la mer, et que les débris de corps organisés qu'on y trouvait appartenaient à trois couches de nature différente : le calcaire, la roche noire de Koroshovo et un sable désagrégé. Ces trois divisions correspondent au calcaire carbonifère, aux couches jurassiques et aux dépôts quaternaires. Il remarqua aussi que les fossiles des deux premières roches se retrouvaient dans la troisième. Parmi les espèces que l'auteur a figurées, on peut reconnaître les *Ammonites virgatus*, *valdaicus*, et la *Terebratula acuta*.

Nous trouvons ensuite les dépôts jurassiques indiqués par Ad. Erman (3), de Klin à Moscou et à Bogorodsk, puis de cette ville à Wladimir, ainsi que dans quelques autres localités. M. de Meyendorf (4) avait aussi rappelé cette répartition des couches entre Twer et Moscou, ajoutant que, suivant M. Olivieri (5), elles se retrouvaient dans le voisinage du lac Seliger et sur quelques autres points où leur présence n'a pas été confirmée.

---

(1) *Annuaire du Journ. des mines de Russie*, vol. VII, p. 204, 1840-43. — De Helmersen, *ib.*, vol. VIII, p. 373, 1841-43. — *Ueber die geognost. Beschaffenheit der Ost-Urt und insbesondere dessen östlichen Abfalls zum Aral Sea.*

(2) *Essai ou recueil de mémoires sur plusieurs points de minéralogie, avec la description des pièces déposées chez le Roi, la figure et l'analyse chimique de celles qui sont intéressantes et la topographie de Moscou*, avec 7 pl., Paris, 1785-89. — La topographie fut publiée à Francfort-sur-le-Main, en 1790. Cette publication paraît faire partie d'un ouvrage intitulé : *Reise nach dem Nordendurch*, Fiebig, 1790.

(3) Voyage autour de la terre par l'Asie septentrionale et les deux Océans (Voy. A. Boué, *Bull.*, 1re sér., vol. V, p. 302, 1833).

(4) *Bull.*, 1re sér., vol. IX, p. 233, 1838. — *Ann. des Mines*, 3e sér., vol. XX, p. 233, 1841. — *Bull. Soc. de géographie*, vol. XV, p. 379, 1841.

(5) *Ann. des Mines de Russie*, n° 3, p. 350, 1831.

D'après l'examen d'échantillons envoyés au Musée de Berlin par le général Tchefkine, L. de Buch (1) a pu déterminer avec une certaine précision l'âge de la plupart des formations de la Russie, et entre autres de celle qui nous occupe. Il en a décrit quelques fossiles, et montré que tous les dépôts de cette formation, dans cette vaste région, appartiennent à l'horizon de l'Oxford-clay. Dans la première partie de son mémoire (1840), l'auteur croyait à l'existence de la craie à Moscou et sur les bords de la Moskowa, particulièrement à Tatarova. Il citait des Bélemnites, des Ammonites avec le test irisé, l'*Ammonites virgatus* figuré par Macquart, le *Pecten quinquecostatus*, et la *Terebratula diphya*, qui devaient provenir de Koroshovo, et il regardait comme très douteux qu'il y eût des dépôts jurassiques autour de Moscou. Mais, après les premières explorations de MM. Murchison et de Verneuil, il revint sur cette opinion, et reconnut que plusieurs des fossiles figurés par Macquart provenaient sans doute d'autres pays. Ceux de quelques localités environnantes, et particulièrement de Koroshovo, le convainquirent que tous ces dépôts secondaires étaient jurassiques et du même âge. C'étaient particulièrement les *Ammonites cordatus*, *Lamberti*, *sublævis*, *mutabilis*, *triplicatus*, la *Gryphæa dilatata*, la *Terebratula varians* et l'*Inoceramus dubius*. Dès 1837, M. Olivieri (2) avait aussi étudié les dépôts jurassiques des bords de l'Oka et du Volga, et, d'un autre côté, des vertèbres d'Ichthyosaure trouvées dans les argiles des bords du Volga, dans le gouvernement de Simbirsk, et rapportées par M. Eichwald (3) à l'*I. platyodon*, avaient fait croire à la présence du lias dans ce pays.

A la suite de leur premier voyage en Russie, dans l'été de 1840, MM. Murchison et de Verneuil (4) pensaient que les couches d'argile noire avec quelques lits de calcaire subordonnés qui reposent

---

(1) *Beiträge zur Bestimmung der Gebirgsform. in Russland*, avec pl. et carte, in-8, Berlin, 1840. — *Arch. für Miner. von Karsten und Dechen*, vol. XV, 1841. — *Ibid.*, vol. XVI, 1842, p. 13.

(2) *Journ. des Mines de Russie*, n° 9, 1838.

(3) *Académie de Saint-Pétersbourg*, 23 janv. 1841. — L'*Institut*, 13 janv. 1842.

(4) *On the geol. structure*, etc. Sur la structure géologique des régions nord et centrale de la Russie (*Rep. meet. brit. Assoc. at* Glasgow. 1840. — *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 398, 1841. — *Bull.*, 1re sér., vol. XII, p. 62, 1840.

sur la grande formation rouge ou sur le calcaire carbonifère, le long du Volga, entre Kostroma et Nijni-Novogorod, sur la rive droite de l'Oka, etc., appartenaient au second groupe oolithique. Ils y signalaient les *Ammonites flexistria*, *Gulielmii*, *Kœnigi*, *sublævis*, et la *Gryphæa Maccullochii*. Les fossiles d'Islatma, de Kasimof et de Moscou se rapprochaient davantage, au contraire, de la faune du lias et de celle de l'oolithe inférieure ; c'étaient le *Belemnites absolutus* (*sulcatus*, Mill.), la *Serpula tetragona*, l'*Amphidesma donaciformis*, la *Lima proboscidea*, le *Pecten Fischeri*, n. sp., l'*Inoceramus dubius* (*Avicula Fischeriana*, d'Orb., voy. *posted*), les *Terebratula acuta* et *serrata*.

L'année suivante, les mêmes savants (1) reconnurent que le lias n'existait pas en Russie, et que les couches argileuses et sableuses des bords de la Moskowa, près de Moscou, des rives du Volga entre Kostroma et Jurievetz, des gouvernements de Simbirsk, de Saratof, de Tambof, etc., pouvaient représenter les dépôts jurassiques depuis l'oolithe inférieure jusqu'au Kimmeridge-clay inclusivement. Cependant de nouvelles études leur firent admettre définitivement que tous les lambeaux isolés qui appartiennent à la formation jurassique de la Russie doivent être réunis au groupe oolithique moyen (2). Ils affectent des caractères d'une uniformité remarquable autour de Moscou comme sur l'Oka, le long du Volga inférieur, dans le gouvernement de Vologda, etc.

A Oksevo, le long du Volga, la partie supérieure de la série est formée de concrétions jaunâtres, de grès marneux surmontés de sables ferrugineux, avec des concrétions de minerai de fer. Les couches les plus basses sont des argiles pyriteuses noires avec *Gryphæa dilatata*, des Bélemnites, des concrétions sphéroïdes de grès calcaire, de $0^m,60$ à 1 mètre de diamètre, qui lorsqu'elles sont fendues en dalles montrent des surfaces micacées. Près du village d'Inkino, on voit dans les ravins, sur une hauteur de 50 mètres, des couches variées de sable et d'argile, remplies de coquilles du Kelloway-rock (*Ammonites Gulielmii*, Sow., *peregrinus*, d'Orb.,

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 727, 1842. — *Bull. Soc. I. des Natur. de Moscou*, n° 4, p. 961, 1841. — *Address delivered*, etc., févr. 1843, p. 60. — J. H. Blasius et le comte Alex. de Keyserling, *Notiz ueber Verbreitung v. geogn. Form. im europ. Russland* (*Bull. Soc. I. Natur. de Moscou*, 1841, p. 871. — Coupe de Moscou à Bjelef, *ib.*, n° 1, 1842).

(2) *The geology of the Russia, in Europe*, vol. I, p. 229, 1845.

voisine de l'*A. Lamberti*, Sow., *Fournetianus*, d'Orb., *Gryphæa dilatata*, trois espèces de Bélemnites, des Térébratules, des Corbules, des Serpules, des *Pecten*, etc.). Par suite de l'amincissement du système permien, les couches jurassiques semblent venir en contact avec le système carbonifère comme à Moscou.

Aux environs de cette dernière ville en effet, il n'y a aucun dépôt intermédiaire. Dans la grande carrière de Miatchkova, ouverte dans le calcaire blanc carbonifère, les argiles noires, peu différentes des précédentes, recouvrent les bancs magnésiens du calcaire ancien. Elles renferment des Ammonites, des Bélemnites, et elles sont recouvertes par des argiles et des sables également fossilifères que surmontent des grès siliceux, des sables ferrugineux, avec *Pterophyllum Murchisonianum*, Göpp., et d'autres plantes. Le plateau est occupé par des détritus et des blocs erratiques du Nord. Si l'on remonte la Moskowa, vers les villages de Shelapika et de Koroshovo, on voit les couches argileuses précédentes renfermant de nombreux fossiles encore pourvus de leur test nacré, à reflet irisé comme l'*Ammonites virgatus* et d'autres espèces déjà signalées sur les bords de l'Oka (Ielatma), du Volga (Ples) et de l'Unja (Makarief). La coupe de la colline de Sparrow, en face de Moscou, offre, sur une hauteur de 65 mètres, un grand développement de grès et de sables ferrugineux ou verts, que les auteurs avaient d'abord rapportés à la formation crétacée, ainsi que les grès durs concrétionnés qu'ils renferment, et qui sont exploités pour les meules et les pierres d'appareil ; mais la découverte de débris de cycadées, de fougères et de *Zamia* dans les grès ferrugineux de Tatarova, semblables à ceux de Koroschovo, les a fait réunir aussi aux argiles sous-jacentes avec lesquelles ils sont d'ailleurs parfaitement concordants.

Après avoir tracé les limites du bassin jurassique du Volga inférieur et des gouvernements de Simbirsk, de Tambof et de Saratof, MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling en ont décrit les couches. Ils ont montré que, dans le centre comme dans le nord de la Russie, les dépôts de cet âge sont toujours composés d'argile, d'argile schisteuse, pyriteuse, de teinte foncée, de sables, de grès et de psammites contenant quelquefois des bancs calcaires solides. Dans tout le bassin du Volga, les seuls calcaires qu'on observe sont des concrétions ou bancs discontinus, argileux, impurs, grisâtres et bleus, analogues à la pierre à ciment du lias, et enveloppés dans les argiles et les sables. Au-dessous de Simbirsk on voit ces grands rognons à la partie supérieure du système, ou recouvrant le grès à Inocé-

rames semblable à celui de Moscou. La persistance de cette dernière assise sur une aussi grande étendue de pays semble prouver la contemporanéité de ces divers lambeaux.

L'inclinaison générale au sud est faible de Goroditche à Simbirsk, et, en aval de cette dernière ville, toute la formation disparaît sous les assises crétacées pour se montrer de nouveau sur la rive droite du Volga, par suite de l'affleurement du système carbonifère à Samara. Enfin elle règne encore jusqu'au-dessous de Saratof. Des bancs charbonneux, subordonnés aux argiles, ou constituant des schistes bitumineux comme à Goroditche, Kashpoor, Khvalinsk, avaient été réunis à tort au calcaire carbonifère, parce que M. Eichwald avait pris une Ammonite pour une Goniatite.

La coupe de la rive du Volga à Goroditche, à l'ouest-nord-ouest de Simbirsk, montre de haut en bas :

1. Tchornoïzem.
2. Argile et sable avec des concrétions de calcaire bleu argileux. 16m
3. Grès à Inocérames.
4. Grès jaune avec Bélemnites.
5. Alternances d'argile noire et de marne grise.
6. Schistes bitumineux avec jayet, *Ammonites Panderi*, *Orbicula mæotis*, Eichw. } 16
7. Argile gris foncé et marne quelquefois dure, avec de nombreuses concrétions. 39
8. Niveau du Volga en été.

Aux environs de Sysran, et surtout à Saratof, où les couches se voient sur une hauteur de 95 à 130 mètres, on peut constater des caractères toujours semblables à ceux des environs de Moscou, et une série de strates parfaitement comparables.

Plus à l'est, dans le gouvernement d'Orembourg, d'après le seul examen des fossiles, de Buch avait annoncé l'existence de dépôts du même âge que les précédents (Sakmarasck, au nord-est d'Orembourg, Illetzkaya-Zastchita, etc., au sud). Cependant, sir R. Murchison fit voir que les caractères pétrographiques des roches étaient au moins assez différents. Ainsi ce sont des grès siliceux qui surmontent les dépôts cuprifères de Kargala et des collines de Saragula. Quant aux coquilles semblables à celles de Moscou qu'on y rencontre, elles sont presque toutes à l'état siliceux (*Ammonites cordatus*, *Gryphæa dilatata*, etc.). Sur la rivière Vitlanka, non loin des mines de sel d'Illetzkaya-Zastchita, on y exploite des grès siliceux à grain fin, à ciment calcaire, avec une Lime voisine de la

L. proboscidea, l'*Ammonites cordatus*, etc. Ailleurs, c'est un grès tout à fait siliceux. Près du fort Isabelnoi, sur l'Ilek, on y signale des ossements probablement de sauriens. Dans le voisinage de l'Oural comme dans d'autres pays, lorsqu'on s'approche des montagnes, les roches siliceuses arénacées et les conglomérats se montrent toujours plus fréquents à la base des formations (1).

Les fossiles recueillis dans leurs divers voyages par MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, et qu'a ensuite étudiés Alcide d'Orbigny (2), sont :

1° Aux environs de Moscou et particulièrement près de Koroshovo, *Belemnites absolutus*, Fisch., *Panderianus*, d'Orb., *Ammonites virgatus*, de Buch, *Pallasianus*, d'Orb., *Panderi*, Eichw., *Brightii*, Pratt, *cordatus*, Sow., *catenulatus*, Fisch., *Kœnigi*, Sow., *Leachi*, id., *Fischerianus*, d'Orb., *Jason*, Ziet., *Frearsi*, d'Orb., *Turbo Meyendorffi*, id., *Jasikofianus*, id., *Pleurotomaria Blodeana*, id., *Cardium concinnum*, de Buch, *Astarte Duboisiana*, d'Orb., *mosquensis*, id., *Buchiana*, id., *Lucina heteroclita*, d'Orb., *Trigonia clavellata*, Park., *Mytilus Fischerianus*, d'Orb., *vicinalis*, id., *Pholas Waldheimii*, id., *Panopœa peregrina*, id., *Lyonsia Alduini*, id., *Thracia Frearsiana*, id., *Avicula Fischeriana*, id., *cuneiformis*, id., *semiradiata*, Fisch., *Pecten demissus*, Bean, *nummularis*, Phill., *lens*, Sow., *Lima consobrina*, d'Orb., *Terebratula oxyoptycha*, Fisch., *aptycha*, id., *Fischeriana*, d'Orb., *Royeriana*, id.

2° A Ielatma sur les rives de l'Oka, *Ammonites okensis*, d'Orb., *Tchefkini*, id., *coronatus*, Brug., *Fischerianus*, d'Orb., *Jason*, Ziet., *Trigonia clavellata*, Park., *Panopœa Lepechiana*, d'Orb., *Pholadomya Dubois*, id., *Gryphœa dilatata*, Sow., *Terebratula personata*, de Buch.

3° A Simbirsk et Goroditche : *Belemnites russiensis*, d'Orb., *magnificus*, id., *Ammonites Pallasianus*, id., *biplex*, Sow., *Nerinea Eichwaldiana*, d'Orb., *Cyprina corbisoides*, id., *Pholadomya russiensis*, id., *Avicula Fischeriana*, d'Orb., *Pecten demissus*, Bean, *Orbicula mœotis*, Eichw.

(1) Près d'Ourtasimskaïa et d'Orlovsk, on cite le *Pentacrinus vulgaris*, les *Terebratula lacunosa* et *intermedia* et la *Gryphæa arcuata*, mais cette dernière coquille n'a jamais été trouvée en Russie, et elle est probablement ici le résultat de quelque erreur de détermination (*Annuaire du Journ. des Mines de Russie*, vol. VIII, p. 373, 1841-44). — Voy. aussi : A. Noeschel et G. de Helmersen, Note géognostique sur la steppe entre la Samara, le Volga, l'Oural et le Manytsch.

(2) *The geology of Russia in Europe*, vol. II, p. 419, avec pl., 28-42, 1845.

4° A Saratof : *Ammonites cordatus*, Sow., *Meyendorfii*, d'Orb., *Arca saratofensis*, id., *Terebratula varians*, Schloth.

5° Dans la steppe de Saragula, au sud d'Orembourg : *Belemnites kirghisensis*, d'Orb., *magnificus*, id., *Ammonites kirghisensis*, id., *biplex*, Sow., *Turbo Puschianus*, d'Orb., *Pleurotomaria Blodeana*, id., *Buccinum incertum*, id., *Cyprina Cancriniana*, d'Orb., *Helmerseniana*, id., *Lucina Fischeriana*, id., *Phillipsiana*, id., *corbisoides*, id., *inæqualis*, id., *Trigonia elongata*, Sow., *Arca concinna*, d'Orb., *Myoconcha Helmerseniana*, id., *Corbula borealis*, id., *Avicula Fischeriana*, id., *Lima rudis*, Sow., *Gryphæa dilatata*, id., *Exogyra reniformis*, Gold., *Terebratula oxyoptycha*, Fisch., *Royeriana*, d'Orb. Plus du tiers de ces espèces rattache ces couches du bassin de l'Oural à celles que nous venons de citer dans celui du Volga et de Simbirsk à Moscou.

Ce travail d'Alcide d'Orbigny a eu pour résultat de faire disparaître un certain nombre d'espèces citées dans ces couches par plusieurs auteurs, et qui, dans l'ouest de l'Europe, appartiennent à d'autres groupes de la formation ; mais ce retour vers l'homogénéité de la faune de l'Oxford-clay a été combattu par des assertions contraires, ainsi que nous allons le voir.

Les environs de Moscou ont donné lieu à un assez grand nombre de travaux particuliers que nous rappellerons, actuellement que les caractères généraux de la formation ont été tracés. On doit à Fischer de Waldheim, outre l'*Oryctographie du gouvernement de Moscou* (1), une revue des fossiles de ce même gouvernement (2), où se trouvent signalés les *Belemnites aalensis*, *paxillosus*, *brevis* et *Blainvillei*, qui depuis n'ont été observés par personne, et qui résultent probablement de quelques erreurs de détermination, une note sur le *Spondylosaurus*, nouveau genre de saurien fossile (3) trouvé sur les bords de la Moskwa, à 6 kilomètres à l'ouest de la ville, et une seconde *Notice sur quelques sauriens fossiles du gouvernement de Moscou* (4).

M. Fahrenkohl, dans ses observations sur quelques fossiles du

(1) In-f°, 2e éd., 1837.

(2) *Bull. Soc. I. des naturalistes de Moscou*, 1842, n° 1, p. 106, — Voy. aussi : Notice sur les céphalopodes fossiles de Moscou, *ibid.*, vol. I, p. 314, — vol. III, p. 131, — vol. XI, p. 530, — vol. XV, et vol. XVI, p. 100.

(3) *Ibid.*, vol. XVIII, p. 343, 1845, 2 pl. — *Ibid.*, vol. XIX, p. 90, 1846, 4 pl. — *Neu. Jahrb.*, 1846, p. 877. C'est le *Plesiosaurus brachyspondylus*, R. Owen (*Geol. of Russia in Europe*, vol. I, p. 417, 1845).

(4) 1848 ?

même pays et de Kalouga (1), a traité de plusieurs espèces jurassiques, et M. Auerbach (2) a décrit une nouvelle espèce du genre *Cidaris* provenant de ces couches. M. Ch. Rouillier (3) a étudié les principales variations de la *Terebratula acuta*, et, avec la collaboration de M. Frears, a donné une coupe géologique des environs de Moscou (4), puis une explication de cette coupe (5).

Les auteurs ont établi *quatre étages* dans les dépôts jurassiques, et le plus élevé ou le supérieur est divisé par eux en cinq assises qui sont :

1. Sable quartzeux grisâtre avec traces de lignite (Koroshovo, etc. Montagne des Moineaux, Tatarova, etc.).
2. *Id.* jaune avec rognons et dalles de minerai de fer.
3. *Id.* blanc, micacé (Montagne des Moineaux, Tatarova, Worobiëwo, etc.).
4. *Id.* passant au grès, très dur, avec des veines de sable rouge et des rognons de minerai de fer (*ibid.*, Litkarino, etc.); on y trouve les *Ammonites mutabilis*, *catenulatus*, des empreintes de *Scolopendrites pectinatus*, Auerb., des *Pecopteris* et des bois charbonnés.
5. Grès marneux, glauconieux, brun ou gris (Koroshovo, etc.), avec les Ammonites précédentes, les *Terebratula acuta*, *perovalis*, *vicinalis*, *ornithocephala*, *indentata*, le *Cardium concinnum*, la *Pholadomya canaliculata*, les *Trigonia costata* et *signata*, la *Lima gigantea*, le *Cidaris spathulata*, Auerb. C'est-à-dire une association d'espèces qui, dans l'ouest de l'Europe, appartiennent à des groupes très différents de la formation.

Le *second étage*, caractérisé par l'*Ammonites virgatus*, comprend une marne sableuse, schisteuse, noire, grossière, micacée, gypseuse et pyritifère, avec des rognons endurcis de même nature (Koroschovo, Chelepikha, etc.). On y cite aussi les *Ammonites valdaicus*, *biplex*, *trifurcatus*, *polyplochus*, les *Terebratula*

(1) *Bemerkungen*, etc. *Bull. Soc. I. des natur. de Moscou*, vol. XVII, p. 773, 1844, 2 pl. — Id., *ibid.*, p. 625.

(2) *Verhandl. d. k. Russ. Miner. Gesellsch. zu Saint-Petersburg*, 1845-46, p. 199, 1 pl.

(3) *Bull. Soc. I. des natur. de Moscou*, vol. XVII, p. 889, 1844.

(4) *Ibid.*, vol. XVIII, p. 553, 1845.

(5) *Ibid.*, vol. XIX, p. 395 et 444, 1846, 5 pl. de fossiles. — Voy. aussi : Carte géognostique de quelques parties des gouvernements de Moscou, de Kalouga, de Toula, de Rézan et de Nijni-Novogorod, par le major Olivieri, 1842? Coupes ajoutées à cette carte, 1844. — Critique de M. Jazikow, 1844.

oxyopthyca, *tetraedra*, *bidens*, le *Pecten discites*, la *Lima proboscidea*, les *Perna quadrata* et *Fischeri*, Rouill., la *Lucina lyrata*, l'*Amphidesma donaciformis*, l'*Ostrea multiformis*, Dunk., et le *Pleurotomaria ornata*, c'est-à-dire comme ci-dessus des espèces du groupe oolithique moyen avec quelques-unes du groupe inférieur et même du lias.

Le *troisième étage* est composé de marnes argileuses à grain fin, noires, finement feuilletées, onctueuses au toucher, avec des rognons de fer sulfuré (Koroschovo, Chelepikha, etc.) et d'argile plastique, gris verdâtre, passant à une argile sableuse avec du fer sulfuré et du bois charbonné (Gjil, Minina, etc.). On y trouve particulièrement le *Spondylosaurus Frearsii*, deux *Ichthyosaurus*, un *Astacus*, les *Ammonites alternans*, *Jason*, *Duncani*, *ornatus*, *cordatus*, *Lamberti*, *sublævis*, le *Belemnites hastatus*, les *Pecten Decheni*, *decoratus*, Klipst., *personatus*, la *Gryphæa dilatata*, l'*Astarte cordiformis*, l'*A. porrecta*, la *Nucula rostrata*, les *Cucullæa elongata* et *cancellata*, le *Rostellaria trifida*, la *Turritella granulata* et le *Dentalium cylindricum*.

Parmi ces espèces, nous en signalerons 3 qui seraient crétacées, 2 du groupe oolithique inférieur, 1 du lias, 1 tertiaire et 1 du trias de Saint-Cassian, c'est-à-dire 1 plus ancienne et 4 plus récentes que la faune jurassique. Toutes les autres peuvent être rangées dans l'étage d'Oxford, y compris le Kelloway-rock et le calcareous-grit inférieur. Il y aurait ainsi, dans cette troisième division, plus de fossiles caractéristiques du groupe moyen que dans les précédentes, où, toutes proportions gardées, les espèces du lias et de la grande oolithe sont plus nombreuses. De sorte que si ces déterminations sont exactes, non-seulement il y aurait ici un mélange d'espèces propres ailleurs aux divers groupes jurassiques (en faisant abstraction de celles qui sont tout à fait étrangères à la formation), mais encore ces associations anormales se trouveraient être dans un ordre précisément inverse de celui auquel on devait s'attendre à les rencontrer.

Le *quatrième étage* comprend des marnes endurcies ou calcaires, gris verdâtre, avec du minerai de fer pisiforme, et assimilées aux couches de Popilani. On y trouve particulièrement la *Terebratula varians* et des fossiles encore indéterminés. Les espèces les plus répandues ensuite, telles que les *Belemnites canaliculatus* et *excentricus*, l'*Avicula mosquensis* et l'*Inoceramus dubius* (*Avicula Fischeriana*, d'Orb.) se représentent dans les trois autres étages.

Deux d'entre elles sont encore du lias, et le *Belemnites excentricus* est le seul de l'Oxford-clay.

Ces listes de fossiles diffèrent dônc essentiellement de celles que nous avons données d'après Alc. d'Orbigny, et qui résultaient des recherches de sir R. Murchison et de ses savants collaborateurs ; aussi MM. J. Auerbach et H. Frears (1) ont-ils objecté au paléontologiste français que les fossiles qu'il avait cités comme appartenant à des divisions différentes de l'Oxford-clay se rencontraient, aux environs de Moscou, réunis dans la même couche, tandis que d'autres, rapprochés par lui, appartenaient au contraire à des assises parfaitement distinctes. Quelle que soit la valeur des observations des deux paléontologistes russes qui, habitant sur les lieux, et éclairés par les études de géologues fort habiles et les comparaisons d'un zoologiste très versé dans cette matière, se trouvaient dans les conditions les plus favorables pour éviter des erreurs stratigraphiques et de déterminations spécifiques, on remarquera qu'ils ne semblent pas avoir été frappés de différences bien plus importantes que celles que nous avons signalées dans leurs listes, savoir : des associations de fossiles qui partout ailleurs appartiennent, non-seulement à des étages différents, mais encore à des groupes toujours aussi distincts que le second, le troisième et le quatrième. En outre, sans faire aucune allusion à la coupe précédente où ils admettaient *quatre* étages, les mêmes auteurs en proposent actuellement *cinq* qu'ils caractérisent en suivant un ordre inverse ou de bas en haut, ordre que nous devons intervertir pour faciliter la comparaison.

1° (Assises 1 à 4 du premier étage de la coupe précédente). Grès quartzeux, plus ou moins solide ou friable, paraissant constituer deux dépôts parallèles, l'un d'eau douce avec des empreintes de plantes (*Pecopteris Murchisoniana*), développé à Klenkowo, près de Kline, et dont plusieurs espèces végétales ont dû être déterminées de nouveau (2), l'autre, d'origine marine comme aux environs de Widcrino, où l'on trouve les *Ammonites catenulatus*, Fisch., *Kœnigi*, Sow., l'*Inoceramus lobatus*, n. sp., etc.

2° (Assise n° 5 de la coupe précédente). Sable quartzeux et glauconieux, agglutiné par un ciment calcaire, très fossilifère (Koros-

(1) *Bull. Soc. I. des natur. de Moscou*, vol. XIX, p. 486, pl. 6-9, 1846. — Lettre de L. de Buch, *ibid.*, p. 244-250.—*Neu. Jahrb.*, 1847, p. 243.

(2) *Bull. Soc. I. des natur. de Moscou*, vol. XVII, p. 145, 1843.

chovo). Les espèces y sont peu variées (*Ammonites catenulatus*, *Kœnigi*, *Terebratula aptycha*, Fisch. (*acuta*, Sow.), *digona*, Sow., (*Fischeriana*, d'Orb.), *ornithocephala*, Sow. (*Royeriana*, d'Orb.), *oxyptycha*, Fisch., *Cardium concinnum*, de Buch. L'*Avicula mosquensis*, de Buch (1) (*A. Fischeriana*, d'Orb.), les *Belemnites absolutus*, Fisch., *Panderianus*, d'Orb., les *Trigonia costata*, Park., *clavellata*, id. (*signata*, Ag.), se montrent dans cette division et dans la suivante.

3° (Second étage de la coupe). Marnes noirâtres à gros grains avec des rognons endurcis et des rognons de fer sulfuré. C'est l'horizon le plus riche en fossiles et dans lequel on trouve exclusivement les *Ammonites virgatus*, de Buch, *biplex*, Sow., *Pallasianus*, d'Orb., les *Lima proboscidea*, Sow., *rudis*, id., la *Venus ovoides*, de Buch, la *Lucina lyrata*, Phill. (2) (*L. Fischeriana*, d'Orb.), *Orbicula mœotis*, Eichw.

4° Marnes feuilletées, grisâtres, à grain très fin, très micacées, douces au toucher, peu fossilifères, caractérisées par les *Ammonites cordatus*, *Jason*, *alternans*, de Buch, (*subcordatus*, d'Orb.), *Lamberti*, le *Belemnites hastatus*, l'*Astarte Buchiana*, d'Orb., la *Cucullœa concinna*, de Buch, et la *Gryphæa dilatata*.

5° Marnes gris jaunâtre, endurcies, avec minerai de fer pisiforme, reposant, partout où elle a été observée, sur le calcaire carbonifère. Fossiles rares. On y cite quelques fragments de Bélemnites, d'Ammonites, et une Térébratule (*T. varians?*).

Malgré les déterminations spécifiques différentes que nous venons de citer, et qui peuvent résulter de la manière de voir personnelle de MM. Auerbach et Frears, nous ne pensons pas que leurs recherches plus détaillées doivent modifier sensiblement les déductions générales que nous avons énoncées d'après les auteurs de la *Géologie de la Russie d'Europe*. Nous avons dû, vu l'importance théorique du sujet et les conséquences prématurées que quelques personnes en auraient pu tirer, insister sur ces faits; mais les déterminations des paléontologistes de Moscou fussent-elles irréprochables, à l'exception toutefois des espèces étrangères à la formation et que nous ne pouvons admettre, nous ne verrions encore dans ces associations anormales qu'un exemple à l'appui de la remarque que nous avons faite depuis longtemps, savoir : que plus une série quelconque est complète, plus les horizons zoologiques sont tranchés, et réciproquement que, là où la formation est réduite à un ou deux de ses principaux termes, on peut y trouver des représentants de plusieurs faunes bien séparées ailleurs.

---

(1) *Neu. Jahrb.*, 1844, n° 5.
(2) Cette espèce est ici attribuée par erreur à de Buch.

Nous signalerons encore, comme se rapportant au sujet qui nous occupe, un Discours sur les animaux du gouvernement de Moscou (1), plusieurs Excursions géologiques dans les environs de cette ville (2), des observations de M. Rouillier (3), et un travail fait en commun avec M. Frears (4), dans lequel les auteurs se sont occupés de la partie historique de la géologie de ce pays qu'ils divisent en trois périodes. La première date de l'ouvrage de Macquart publié en 1778; la seconde est caractérisée par l'oryctographie du gouvernement de Moscou, et les nombreuses communications de Fischer de Waldheim insérées dans le Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes depuis 1805; enfin, la troisième, celle actuelle, a été inaugurée par les voyages de sir R. Murchison, de MM. de Verneuil et de Keyserling.

On a vu (*antè*, vol. V, p. 355) les opinions qui avaient été émises sur le *grès quartzeux blanc du Jura supérieur de Moscou.* M. C. Rouillier et M. Fahrenkohl (5) ont décrit les fossiles trouvés près de Talitzi, sur la route de Moscou au couvent de Serge-Troïtzi, dans un grès vert, friable, passant à un sable grossier; ce sont les *Ammonites Engersianus*, n. sp., *talitzianus*, n. sp., des *Pinnites jurensis*, des dents d'*Ichthyosaurus Fischeri*, id., quelques ossements du même saurien et des coprolithes. Cette couche paraît appartenir au troisième étage, et dans le second, à Koroshovo, on cite le *Botriolepis jurensis* avec des plaques palatales d'autres poissons. Suivant MM. Rouillier et Vosinsky (6), les marnes de l'assise moyenne de cette dernière localité ont présenté une carapace rapportée au *Glyphæa Bronnii*.

---

(1) Frears et Rouillier, 1845.

(2) Id., id., *Gazette de Moscou*, n° 51, 1845.—*Ib.*, n°s 92, 93, 128, 133, 134. — Voy. aussi : Coupe idéale de Moscou à Bélëw (*Journ. des Mines de Russie*, n° 1, 1842). — De Helmersen, coupe générale du bassin de Moscou (*Annuaire du Journ. des Mines de Russie*, 1841-1844, pl. 2, fig. 4).

(3) *Bull. Soc. I. des natur. de Moscou*, vol. XX, p. 277, 371, 581, 1847. — J. Auerbach, *ibid.*, p. 224. — Sur les plantes des grès du gouvernement de Moscou, *ibid.*, vol. XVII, p. 145. — Argile de Gjil rapportée à la formation jurassique, *ibid.*, vol. XXI, p. 298, 1848. — Rouillier et Vosinsky, *ibid.*, p. 260.

(4) *Bull. Soc. I. des natur. de Moscou*, vol. XIX, p. 444, 1846.

(5) *Jubilæum semi-seculare doct. med. et philos. Gott. Fischer de Waldheim*, etc. 1847.

(6) *Bull. Soc. I. des natur. de Moscou*, vol. XXI, p. 494, 1 pl., 1848. — L'*Institut*, 7 fév. 1849.

De son côté, M. Rouillier (1), dans ses *Études progressives sur la géologie de Moscou* (3ᵉ étage), a traité des Térébratules jurassiques, puis de divers autres fossiles de cette formation, en commun avec M. Vosinsky (2). M. de Hutton Grapsky (3) a fait connaître une nouvelle variété de l'*Ammonites Zieteni*, Rouill. (var. *angiolinus*). M. Mich. Wolkoff (4) a donné quelques aperçus généraux sur la distribution géographique des couches jurassiques, ainsi que M. le comte de Hutton Grapsky (5) qui, après avoir fait remarquer l'absence de bancs calcaires suivis, a insisté sur les différences paléontologiques des diverses régions de la Russie.

Ainsi les couches de Popilani, les plus éloignées vers l'O., sont caractérisées par les *Ammonites polygyratus*, *Lamberti*, la *Terebratula varians*, le *Cardium concinnum*, le *Pecten fibrosus*, la *Mya angulifera ;* celles des environs de Moscou par l'*Ammonites Kœnigi*, l'*Aucella mosquensis*, le *Turbo Meyendorfi*, l'*Actæon Frearsianus*, des *Cyprina*, etc. ; celles des bords de l'Unscha et d'Ielatma par les *Ammonites Kœnigi* et *polygyratus*, la *Terebratula varians*, jointes à l'*Ammonites Tchefkini*. Les assises découvertes par M. Gelemoff à Kholeitchi, à 83 kilomètres de Moscou, sur les bords de la Nerskaïa, dans le district de Bogorodsk, ont présenté les fossiles précédents, et elles rattachent ainsi les dépôts de l'ouest à ceux de l'est, tandis que les débris organiques les plus fréquents autour de Moscou (*Ammonites virgatus*, *Panopæa antiqua*, *Belemnites Panderianus*, etc.) ne s'y montrent pas. Les fossiles les plus répandus à Kholeitchi n'ont pas été rencontrés ou sont rares autour de Moscou, et les calcaires qui s'y trouvent, représentant la partie moyenne de l'étage d'Oxford, seraient plus anciens que ceux qui jusqu'à présent ont été décrits dans le pays. Ce sont des

---

(1) *Bull. Soc. I. des natur. de Moscou*, vol. XXII, p. 1, 1849, 1 pl.

(2) *Ibid.*, p. 356. Dans cette 5ᵉ étude sont examinés les genres *Ammonites*, *Fusus*, *Turritella*, *Cerithium*, *Terebratula*, *Astarte*, *Opis*, *Cardium*, *Arca*.

(3) *Ibid.*, p. 616, 1 pl.

(4) *Introduzione ad uno studio geol. della catena dell' Oural*, in-8, Naples (sans date). — Voy. aussi : G. von Blöde, *Versuch einer Darstellung der Gebirgsform. Syst. in europaischen Russland*, avec carte (*Bull. Soc. I. des natur. de Moscou*, vol. XVIII, p. 128. 1845).

(5) *Le calcaire jurassique du gouvernement de Moscou* (*Bull. Soc. I. des natur. de Moscou*, vol. XXIII, p. 461, 2 pl. de fossiles, 1850).

blocs calcaires entourés de sable blanc et jaunâtre ou grisâtre, de 4 à 5 mètres d'épaisseur totale, recouvrant sans intermédiaire le calcaire carbonifère. L'auteur y signale les *Ammonites Tchefkini*, *sublœvis*, *Leachi*, *Kœnigi*, *Jason*, *polygyratus*, le *Belemnites Panderianus*, la *Terebratula varians*, les *Gonyomya Dubois*, *proboscidea*, *v-scripta*, *litterata*, *scripta*, le *Cardium concinnum*, l'*Arca sibirica*, le *Pecten fibrosus*, etc.; en tout 24 espèces, dont 13 acéphales, 1 brachiopode, 4 gastéropodes et 6 céphalopodes.

M. G. Romanowsky (1) a donné une carte géologique du cours de la Nara, où sont représentés quatre lambeaux jurassiques. Dans une coupe théorique de Serpuchow à la Moskwa, on voit très bien la disposition de ces minces lambeaux jurassiques recouverts de dépôts quaternaires et reposant sur des grès ou des sables micacés verts, ou bien sur des marnes rouges toujours peu épaisses. Celui de ces îlots qui avoisine l'Oka paraît être le seul qui renferme des fossiles. Au-dessous du dépôt de transport est une marne argileuse noire avec des fragments de calcaire, du fer sulfuré et des bois charbonnés, de 0^{m},30 à 1 mètre d'épaisseur, et renfermant le *Belemnites absolutus*, le *B. Panderianus*, les *Ammonites cordatus* et *virgatus*. Elle repose sur le calcaire carbonifère. Le plus étendu de ces lambeaux est composé d'une argile noire passant à une argile sablonneuse, brune. On y trouve disséminés du fer sulfuré, des fragments charbonneux ; ailleurs sont des sables rouges et jaunes recouvrant le calcaire ancien.

M. Jazikoff (2), qui avait signalé dans des couches du gouvernements de Simbirsk plusieurs fossiles identiques avec ceux du gouvernement de Moscou, y a découvert aussi des restes de *Plesiosaurus* et d'*Ichthyosaurus* (3), étudiés ensuite par Fischer de Waldheim (4).

Suivant M. Eichwald (5), qui a cherché à résumer les travaux de ses devanciers avec les siens propres, la formation jurassique des

---

(1) *Bull. Soc. I. des natur. de Moscou*, vol. XXVIII, p. 214, 1855, avec carte.

(2) *Ibid.* — L'*Institut*, 2 déc. 1846.

(3) *Ibid.*, vol. XX, p. 250, 1847. — *Id.*, *ib.*, p. 595.

(4) *Ibid.*, p. 362. *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 243 (*Rhinosaurus Jasikowii*, Fisch., *Ichthyosaurus platyodon*, Conyb., *I. thyreospondylus*, Owen).

(5) Sur la formation jurassique de la Russie (*Neu. Jahrb.*, 1850, p. 225. — *Arch. de Erman*, vol. VI, p. 378. — *Quart. Journ.*

environs de Moscou repose immédiatement sur le calcaire carbonifère. Les couches qui la composent sont rangées ici dans 3 étages, au lieu de l'être dans 4 et dans 5 comme précédemment. Ce sont de bas en haut : 1° marnes calcaires passant par places à des marnes ferrugineuses avec des grains de linzenerz (arséniate de cuivre octaèdre) (environs de Miatschkowo et de Grigorjew) qui se montrent aussi dans le calcaire compacte avec des cristaux de fer sulfuré. Les marnes ferrugineuses passent quelquefois à une oolithe ferrugineuse peu fossilifère (*Belemnites Panderianus*). 2° Marne calcaire, noire ou grise, micacée, avec *Ammonites alternans*, *Belemnites absolutus*, des vertèbres d'*Ichthyosaurus platyodon* et de *Plesiosaurus Frearsii*. Les argiles schisteuses de Madjansk sont tellement noires et bitumineuses qu'elles ont été rapportées d'abord à la formation houillère. 3° Marnes sableuses, noires, gypseuses, micacées, alternant avec une argile noire et renfermant des nodules de fer argileux. On y trouve principalement le *Cidaris gemmifer*, le *Dentalium gladiolus*, les *Terebratula Fischeriana*, *aptycha* et *oxyptycha*, l'*Avicula* (*Aucella*) *Fischeriana*, le *Pecten lens*, le *P. demissus*, des Astartes, des Arches, des Trigonies, l'*Orbicula mucotis*, une Turrilite, le *Scyphia ventricosa*, de nombreuses Ammonites et quelques dents de Squales.

Résumé.

On voit, d'après tout ce qui précède, combien les observateurs qui se sont occupés des dépôts jurassiques des environs de Moscou depuis 1845 sont peu d'accord sur le nombre des divisions qu'on doit y établir. En outre, chacun d'eux ne s'étant point occupé de discuter ni de comparer celles de ses devanciers avec les siennes propres, il en résulte pour le lecteur une incertitude à laquelle nous ne pouvons échapper nous-même. Ce qui semble le plus probable dans cet état de choses, c'est que ces divisions sont très peu caractérisées, et d'une faible importance géologiquement parlant. Nous avons dû les mentionner pour tâcher d'en faire apprécier la valeur autant que cela dépendait de nous ; mais, jusqu'à ce qu'un travail plus méthodique et plus complet ait été exécuté, il

---

geol. Soc. of London, vol. VII, p. 84, des Notices, 1851). — Voy. de Helmersen, sur un sondage près de Moscou, à travers les formations jurassique et carbonifère (Acad. de Saint-Pétersbourg, Aperçu de ses travaux, par M. Frass, 1852. — L'*Institut*, 28 sept. 1853). — Kutorga, *Berichte*, etc. *Compte rendu des progrès de la minér., de la géol. et de la paléont., en Russie*, de 1846 à 1850 (*Mém. de la Soc. de minéralogie de Saint-Pétersbourg*, 1851).

semble, comme nous l'avons déjà dit, qu'on peut s'en tenir à ce qu'ont écrit sur ce sujet les auteurs de la *Géologie de la Russie d'Europe*.

Donetz. Des sables de diverses couleurs et des argiles bariolées, observées par M. Olivieri (1) dans la partie sud-ouest du Donetz et suivant le cours de la Voltchia, avaient été rapportés d'abord au grès du lias, mais cette opinion ne paraît pas avoir été confirmée depuis, et les couches de lignite terreux, ainsi que les bancs de grès qui y sont subordonnés, paraissent être tertiaires.

La formation jurassique présente deux affleurements dans la vallée du Donetz : l'un près de Petrovskaïa, non loin de Donetzkaïa ; l'autre dans le voisinage de la Kamenka. A la partie inférieure du dépôt, dit M. Blédé (2), est un grès avec lignite, et des rognons de fer oxydé, argileux, disposés en lits, et renfermant des empreintes de plantes. Vers le haut est un calcaire généralement compacte, quelquefois oolithique, avec des rognons de silex hornstein aplatis. Les fossiles y sont nombreux ; ceux que l'auteur y a recueillis ont été déterminés par M. Eichwald ; nous y reviendrons plus loin. La première assise a d'abord été assimilée au lias, et la seconde à l'un des groupes oolithiques. Les couches peu épaisses inclinent de 6° à 10° au N.-N.-O. Sur leur épaisseur totale, qui varie de 6 à 27 mètres, on compte 3 mètres de bancs calcaires supérieurs, 1^m,83 de calcaires oolithiques, et le reste de bancs coquilliers et de grès. Ces roches ont éprouvé d'assez nombreuses dislocations.

Près d'Izium, ajoute sir R. Murchison (3), les assises jurassiques diffèrent pétrographiquement et zoologiquement de celles du nord ou du bassin de Moscou ; ce sont des calcaires et des marnes de teintes claires avec de grandes Ammonites ressemblant à celles du Portland-stone, des Trigonies, des Nérinées, etc. A Sviatagora, deux lieues au-dessous d'Izium (4), des grès et des argiles alternants

---

(1) *Annuaire du Journ. des Mines de Russie*, vol. III, p. 26, 1836-40.

(2) Ou Blöde, Descript. géol. du gouvernement de Kharkow (*Annuaire du Journ. des Mines de Russie*, année 1841, vol. VIII, 1844, p. 13. — *Sammlung des Petersburg's Berginstituts und Handschriftliche Bemerkungen.*

(3) *A second geol. Survey*, etc. (*Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 727).

(4) *The geology of Russia in Europa*, vol. I, p. 250, 1845. — Coupe au bas de la carte pl. 6. — Voy. aussi : Leplay, *Voyage dans la Russie méridionale sous la direction de M. Demidoff*, vol. IV, atlas, cartes et coupes, 1842.

recouvrent des calcaires blancs partiellement oolithiques et pisolithiques, de 12 mètres d'épaisseur, et qui plongent de 12° à 15° au S. sous la craie moins inclinée. Près de Kamenka, des calcaires blancs concrétionnés reposent sur un conglomérat coquillier et un banc de calcaire à oolithes très fines ; puis viennent des sables calcaires jaunâtres ou des calcaires sableux désagrégés avec des oolithes ferrugineuses et des sables jaunes d'une épaisseur totale de 12 à 13 mètres.

Les roches oolithiques à grain fin et le conglomérat coquillier sont les assises les plus constantes. On y trouve la *Trigonia clavellata*, des Huîtres, des Nérinées, des Astartes, des Térébratules, des Turbinolies, etc. A Kaminka, il leur succède un calcaire tendre, friable, reposant sur un grès ferrugineux avec des restes de plantes et du lignite. MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling ne doutent pas que ces assises inférieures ne représentent les couches les plus élevées de Moscou, ou les sables et grès à empreintes végétales, placés au-dessus de l'Oxford-clay. De l'absence des Bélemnites, de la très grande rareté des Ammonites, de la présence d'une Nérinée et d'un polypier, tous deux inconnus dans les autres dépôts jurassiques de la Russie, ils en concluent une modification notable dans la distribution des corps organisés de cette période, si uniforme au contraire et si régulière dans le reste de la zone moyenne et dans celle du nord.

Une coupe fort instructive est celle d'Izium, sur les bords du Donetz, où l'on observe de haut en bas :

	Couche		Épaisseur
1.	Craie blanche		10m
2.	Grès dur, quartzeux, à ciment siliceux	Grès vert.	25
3.	Argile sableuse		
4.	Grès vert et concrétions siliceuses		
5.	Grès poreux clair, avec tripoli et sable jaune		
6.	Grès gris et sable à grains verts et lits de marne		
7.	Trois bancs calcaires avec des Nérinées et d'autres petits gastéropodes		15
8.	Oolithes fines disséminées dans un calcaire compacte		
9.	Calcaire jaunâtre tendre avec Gervillies		
10.	Calcaire très dur et compacte, un peu translucide, contenant parfois du gypse et quelques fossiles		
11.	Marnes et conglomérat coquillier avec *Trigonia clavellata*, *Cidaris Blumenbachii*		
12.	Couches oolithiques à grain fin		
13.	Sable avec débris de plantes, au niveau de la rivière		

Le conglomérat coquillier s'observe aussi sur la rive droite du

Donetz, à Donetzkaya et à Petrofskaya; il y renferme la *Nerinea elegans*, Fisch., l'*Ammonites biplex* et la *Trigonia clavellata*. Ces couches fossilifères sont ainsi placées entre les sables ferrugineux et glauconieux crétacés, et des sables ferrugineux avec des plantes qui doivent représenter ceux que l'on trouve au-dessus des argiles foncées et des sables du nord.

Pour déterminer l'âge de ces calcaires oolithiques, M. Murchison les compare d'abord aux calcaires blancs de Cracovie que nous avons vus rapportés au coral-rag; mais, comparant ensuite leurs caractères avec ceux des couches des environs d'Oxford et de Malton, il est plus disposé à rapporter le tout au calcareous-grit inférieur. L'*Ammonites biplex* sert en quelque sorte de lien entre les sédiments contemporains de l'Angleterre, de la Pologne et de la Russie méridionale. Comme l'avait dit de Buch d'après le seul examen des fossiles, les dépôts qui s'étendent des plaines de la Prusse à travers d'immenses espaces jusqu'au pied de l'Oural appartiennent au groupe oolithique moyen, et plus particulièrement à l'étage d'Oxford. Dans le centre de la Russie comme en Pologne, il y a une assise arénacée avec des plantes, quelquefois du lignite, et représentant les sables qui surmontent l'Oxford-clay, tandis que dans la Russie méridionale une assise plus élevée serait l'analogue du calcaire blanc de Cracovie, et représenterait à la fois le coral-rag et le calcareous-grit.

Quant à vouloir distinguer par leurs fossiles le Kelloway-rock de l'Oxford-clay, l'auteur démontre que les données stratigraphiques ne s'accordent pas en cela avec la distribution des corps organisés; mais on peut dire, continue-t-il, que les fossiles de Makarief et de Ples, au nord de la zone moyenne, et ceux de Saratof, au sud, ont généralement l'aspect de la faune de l'Oxford-clay, tandis que ceux de Moscou, d'Ielatma, du nord de l'Oural, de Simbirsk et d'Orembourg, présentent le faciès de la faune du Kelloway-rock.

L'extension exclusive de ce terme de la série jurassique, depuis les plaines de la Prusse jusqu'aux frontières de l'Asie, n'est pas moins remarquable comme démontrant l'uniformité d'une même cause sur une vaste surface que comme la preuve d'un grand hiatus des formations qui existent ailleurs entre les roches paléozoïques et les roches jurassiques, puis qu'il y a absence complète du trias, du lias et du groupe oolithique inférieur. On doit donc présumer que cette même surface a été émergée pendant tout le

temps que se formait sur d'autres points cette longue série de sédiments secondaires.

Les espèces reconnues dans le Donetz et décrites par Alc. d'Orbigny sont : *Chemnitzia Fischeriana*, d'Orb., *Nerinea Eichwaldiana*, id., *Cerithium russiense*, id., *Dentalium Moreanum*, id., *Cardium concinnum*, de Buch, *Trigonia clavellata*, Park., *Lithodomus Ermanianus*, d'Orb., *Fistulana oxfordiana*, id., *Gervillia aviculoides*, Sow., *Pecten fibrosus*, id., *Gryphæa dilatata*, id., *Terebratula oxyopthyca*. Beaucoup d'autres espèces ont été citées par M. Eichwald dans le mémoire précédent de M. Blöde.

Des 98 espèces de la formation jurassique de la Russie étudiées par d'Orbigny, 32 se montrent à la fois en France et en Angleterre, et 66 sont propres à la Russie. Des 32 communes, 20 sont plus fréquentes dans le Kelloway-rock, 12 dans l'Oxford-clay et 2 (*Ammonites biplex* et *Lima rudis*) dans le calcareous-grit inférieur.

§ 3. — Région du sud.

Cette troisième région s'étend de la Crimée au mont Balkan, sur la côte orientale de la mer Caspienne, et comprend ainsi la chaîne du Caucase.

Crimée.

Nous avons déjà exposé les principaux caractères orographiques de la Crimée, et les relations qu'y présentent les dépôts tertiaires (*antè*, vol. II, p. 917 ; III, p. 175) et les roches ignées (*ibid.*, p. 490), aussi bien que les sédiments crétacés et jurassiques (vol. V, p. 360) ; il ne nous reste donc plus qu'à décrire ces derniers.

La formation jurassique de la Crimée, dit M. de Verneuil (1), constitue, après le terrain tertiaire supérieur, le système de couches qui y a pris le plus de développement. A partir de la craie qui la borde au nord et à l'ouest par une ceinture étroite, elle occupe toute la région montagneuse à laquelle l'ancienne Tauride doit la beauté de son climat, la richesse de sa végétation et la variété de ses sites. La partie la plus élevée de la chaîne qui embrasse toute la portion sud-est de la presqu'île commence à Theodosia pour suivre les sinuosités de la côte jusqu'à Balaklava, sur une longueur de 40 à 45 lieues et une largeur moyenne de 7 à 8. Les couches, suivant généralement la direction de la ligne de faîte, courent à

(1) *Mém. Soc. géol. de France*, 1re sér., vol. III, p. 25, pl. 6, 1838. — *Bull.*, 1re sér., vol. VIII, p. 192, 1837.

peu près N.-E., S.-O., et plongent au N.-O. La plus haute de ses sommités, le Tchatirdagh (montagne de la Tente, Trapezus des anciens) atteint 1471 et 1550 mètres au-dessus de la mer.

L'auteur divise la formation en deux parties : l'une supérieure, comprenant des calcaires compactes, oolithiques, avec quelques fossiles et des traces de lignite, l'autre inférieure, renfermant tous les calcaires marbres des régions élevées, avec les grès et les schistes de la base. Les calcaires sont gris, quelquefois blanchâtres, prennent une teinte plus foncée dans les couches les plus anciennes, et passent vers le haut à des brèches calcaires, de même que les grès inférieurs passent à des poudingues. Les fossiles de ces couches, déterminés par M. Deshayes, sont une Ammonite voisine de l'*A. tripartitus*, Ziet., l'*A. fimbriatus*, Sow., une troisième espèce voisine de l'*A. heterophyllus*, id., et deux espèces nouvelles dont l'une est décrite par le savant paléontologiste sous le nom d'*A. Theodosia* avec l'*Aptychus Theodosia*, des polypiers et d'autres fossiles indéterminés.

Au-dessous des couches oolithiques proprement dites, M. de Verneuil place une série plus ancienne comprenant, sur la côte, près de Moukhalatka, des schistes alumineux, à la surface desquels on trouve des fragments épars d'un lignite pesant et bitumineux, puis des poudingues verticaux, avec des galets de quartz blanc, hyalin, des environs de Simphéropol et de Neutsatz. Sur leurs tranches reposent tantôt les couches crétacées, tantôt les couches nummulitiques. Ces poudingues, qui sont sans doute les roches les plus anciennes de la Crimée, ne renferment point de fossiles propres à déterminer leur âge.

Dans les escarpements du Karadagh, Dubois de Montpéreux (1) décrit aussi les schistes noirs que nous verrons si répandus dans le centre du Caucase, où ils constituent de même la base des dépôts jurassiques, et que l'auteur rapporte au lias. Leur épaisseur est de plusieurs milliers de pieds. Au-dessus et alternant avec les schistes, viennent les calcaires noirs à polypiers de Soudak (Soudagh). Les calcaires jurassiques proprement dits règnent plus haut. Les grès avec anthracite qui dépendent du lias se voient autour de Soudak. Dans les calcaires, il y a beaucoup de polypiers et de crinoïdes;

(1) *Voyage autour du Caucase*, vol. V, p. 313. — *Résumé sur la constitution géol. des montagnes de la Tauride et du Caucase* (*Actes de la Soc. Helvét. des sc. natur. de Soleure*, p. 32, 1848).

dans les calcaires noirs, des Térébratules, des Ammonites, des Peignes, des Limes, etc., fossiles tous peu déterminables.

(P. 366.) Les poudingues de Taraktache, en bancs puissants et redressés, appartiendraient encore au lias, suivant Dubois (p. 372). A Chélène, au pied de la grande muraille que forme la chaîne Taurique, cesse le schiste noir, et du fond du vallon s'élève un calcaire rouge ou sorte de marbre recouvert par une série de poudingues que surmonte à son tour le calcaire gris jurassique. Dans toute sa longueur, on peut dire que la chaîne ne présente que l'escarpement septentrional d'un soulèvement et d'une brisure dont l'autre bord est resté sous les eaux. La roche à laquelle on peut attribuer le phénomène n'atteint jamais le sommet comme dans le Caucase; elle forme seulement des massifs isolés vers sa base (Kastèle, Aioudagh, etc., *antè*, vol. III, p. 490).

(P. 383.) Dubois compare l'angle sud-ouest de la Crimée à un cratère d'éruption et de soulèvement annulaire, ou dont les éruptions ignées se seraient fait jour autour d'une portion de la chaîne Taurique, en décrivant une ellipse presque continue. Comme à Soudak, le massif central est formé de schistes noirs du lias, de grès et de calcaires supérieurs avec des couches marneuses ou schisteuses. Les roches ignées sont particulièrement des granites ophitiques avec des filons de porphyres amygdaloïdes, globuleux ou pyroxéniques. Les masses d'ophitone paraissent avoir été les principaux agents du soulèvement à la fin de la période jurassique. Sur le pied nord-ouest de l'île allongée qui en résulta se déposèrent successivement les couches crétacées et tertiaires.

Dans la vallée d'Oursouf et au promontoire Nikita, un grès gris verdâtre, à grain fin, siliceux, cimenté par une sorte de roche serpentineuse, renferme des lits de poudingue. On y trouve le *Monotis decussata* du lias supérieur et quelques autres coquilles, des bois charbonnés, de nombreuses empreintes de bambous et de roseaux. Ces grès semblent appartenir à l'étage des grès et des calcaires noirs. Enfin l'auteur suppose (t. V, p. 19) qu'après la période jurassique, des roches porphyriques, particulièrement des granites ophitiques et des protogines, ont soulevé la chaîne Taurique et le Caucase qui, pendant la période crétacée, formaient ainsi deux îles étroites et allongées, hypothèse peu probable, puisque ces chaînes courent presqu'à angle droit.

De son côté, J.-J. Huot (1) admet aussi deux divisions ou groupes dans le même ensemble de couches. L'inférieur représenterait pour lui le lias, et il y rapporte tout le versant méridional de la chaîne Taurique, depuis le cap Laspi jusqu'au cap Kük-Atlama. Il le divise en trois étages. Le premier de ceux-ci comprend des schistes siliceux, les psammites et les calcaires. Le moyen est formé de psammites de teintes variées comme leur texture et leur composition. Aux environs d'Aloutcha, on y remarque des filons de quartz avec des cristaux brun foncé et des veines ramifiées. Par places, ces roches passent aux quartzites ou aux poudingues par la présence de cailloux roulés. Il n'y a point de coquilles, mais des empreintes de végétaux qui paraissent être marins. Sur les points où les schistes et les marnes alternent avec les psammites, comme à Miskhor et à Moukhalatka, on trouve un combustible susceptible d'être utilisé, sans présenter toutefois les caractères de la houille. Un calcaire noir se voit souvent subordonné aux schistes et aux psammites. Il est compacte et traversé par du calcaire spathique. Dans le voisinage des roches ignées (Aloupka, Nikita, Alouchta, Soudak), ces couches sont très tourmentées. Le troisième étage de ce premier groupe renferme des sables, des grès et des poudingues, puis des psammites et des schistes, c'est-à-dire des roches semblables aux précédentes, et dont la superposition ne nous paraît pas très nettement établie. Suivant l'auteur, la stratification de ces diverses assises serait discordante avec celle des calcaires qui les recouvrent.

Ces derniers, qui constituent le groupe supérieur, sont aussi divisés en deux étages. Celui de la base est composé de calcaires et de grès. Les calcaires reposent sur les poudingues précédents, ou en leur absence, sur les psammites. Cette division représente pour Huot l'*oolithe inférieure* et la *grande oolithe*. Le calcaire est gris noir, plus ou moins foncé, bleuâtre, brunâtre, ou bien blanc, gris, veiné de jaune et de rouge. Les fossiles y sont rares; ce sont des crinoïdes, des Cidaris, des Ammonites, des Bélemnites, des Térébratules, des Astartes et des polypiers indéterminables. Ces derniers sont très répandus dans la grande muraille qui longe la chaîne. Au-dessus est un calcaire blanc, gris ou jaune, à cassure conchoïde et lithographique. Les grès siliceux, durs, à grain serré,

(1) *Voyage dans la Russie méridionale sous la direction de M. Démidoff*, vol. II, *Géologie de la Crimée*, p. 340, 1844.

sont subordonnés à ces calcaires. L'étage supérieur comprend des marnes, des grès et des calcaires. Il est particulièrement développé à Kaffa ou Théodosie. Les marnes et les calcaires marneux renferment les *Belemnites hastatus* et *semi-hastatus*, les calcaires au-dessus des fucoïdes, et plus haut les Ammonites signalées par M. de Verneuil. Un grès calcarifère, subordonné à la masse précédente, est entouré de calcaire à structure fibreuse, puis vient un nouveau calcaire bréchiforme avec Huîtres, Térébratules et polypiers.

Les calcaires de ces deux étages oolithiques ont une épaisseur de 500 mètres et forment les plateaux les plus élevés de la Crimée. Les psammites ont 300 mètres au plus au pied du Demirdji, et les conglomérats en ont 100 à la base du Tchatirdagh.

L'auteur, ayant rencontré deux Nérinées, mal déterminées spécifiquement, insiste à plusieurs reprises (p. 397) sur le parallélisme supposé des assises calcaires les plus élevées avec le coral-rag; mais il dit aussi ailleurs (p. 370) qu'elles pourraient représenter le calcareous grit, sans ajouter si c'est le supérieur ou l'inférieur. D'après ce qu'on a vu dans cette partie orientale de l'Europe, il ne paraît pas y avoir de dépôts jurassiques plus récents que ce dernier niveau. Nous ne voyons cité d'une autre part aucun fossile qui nous engage à admettre l'existence du groupe oolithique inférieur, pas plus que celle du lias, malgré les assertions de Dubois et d'Huot que les caractères pétrographiques des roches inférieures auront sans doute influencés dans leurs conclusions. Enfin, on remarquera que deux des Ammonites signalées par M. de Verneuil et qui seraient en effet des espèces du lias, si déjà l'une n'était probablement l'*A. Hommairei*, auraient été trouvées, suivant Huot, précisément dans l'étage le plus élevé qu'il assimile au coral-rag.

Chaîne du Caucase.

Les parties centrales de la chaîne du Caucase que l'on a cru pendant longtemps composées de roches primaires ou fort anciennes, ne seraient, d'après les observations de Dubois de Montpéreux, que des dépôts de l'âge du lias et d'autres groupes jurassiques, souvent fort altérés, ressemblant à des roches schisteuses de transition, et traversés çà et là par des masses de granite et de diorite (1). Ces assises puissantes et profondément modifiées sont flanquées de part et d'autre par des couches crétacées non moins considérables et

(1) R. I. Murchison, *Address delivered at the anniv. Meet.*, etc., p. 63, 1843. — *Antè*, vol. III, p. 484.

dont quelques-unes ont l'aspect des schistes à fucoïdes et du grès vert, les autres celui de la craie blanche (*antè*, vol. V, p. 367).

La carte géologique jointe au grand ouvrage de Dubois (1), de même que celles d'Hommaire de Hell (2) et de la Russie, par MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling (3), marque, comme appartenant à la formation jurassique, tout l'axe de la chaîne depuis la partie sud du Daghestan jusqu'au Caucase occidental sous le méridien de Gagra. Cette longue zone alignée exactement N.-O., S.-E., renflée dans sa partie occidentale et atténuée à son extrémité orientale, est complétement entourée de sédiments crétacés. Elle comprend dans son intérieur des pointements ou massifs plus ou moins considérables de roches ignées (l'Elbourz, le Kasbeck, le Passemta, les Monts-Rouges, le Ridela, etc.). D'après la *Carte géologique de l'Europe* de MM. Murchison et Nicol (4), l'axe de la chaîne, dans l'étendue que nous venons d'indiquer, appartiendrait au contraire à des roches cristallines ou schistes métamorphiques au milieu desquels se seraient fait jour les produits volcaniques de l'Elbourz et du Kasbeck, ainsi que les roches trappéennes plus anciennes. C'est seulement sur le pourtour de ce massif allongé que règne, d'une manière presque continue, une simple bande jurassique étroite, limitée extérieurement elle-même par les roches crétacées. Sur la *Carte géologique de l'Europe* d'A. Dumont (5), si admirable à tant d'égards, mais par suite sans doute de quelque méprise que nous a signalée M. Abich, tout l'axe caucasique est représenté comme composé de roches dévoniennes inférieures. Le savant voyageur que nous venons de citer, et à qui la science devra un magnifique ouvrage encore inédit sur tous les systèmes de montagnes de l'Arménie et du Caucase, n'a observé aucune trace de dépôts de cet âge dans cette dernière chaîne. La ceinture jurassique continue y est d'ailleurs semblable à celle de la carte précédente.

Sur les flancs du chaînon d'Abkhasie, dit Dubois (6), s'appuie un immense développement de calcaires jurassiques accompagnés

(1) *Voyage autour du Caucase*, etc.
(2) *Les steppes de la mer Caspienne*, 1844.
(3) *The geology of Russia in Europa*, vol. I, pl. 6, 1845.
(4) 4 feuilles, 1856.
(5) 4 feuilles, 1857.
(6) *Voyage autour du Caucase*, vol. I, p. 207.

probablement de craie. Ces roches plongent brusquement dans la mer à Gagra (Gagri), et s'élèvent en formant une sorte de bastion qui n'a pas moins de 2300 à 2600 mètres de hauteur. Les gorges de Gagra et de Kintchouli sont ouvertes dans des calcaires gris, compactes, fissurés, sans fossiles, en couches assez régulières quoique repliées (p. 273). Entre Bambor et Soukhoum-Kaleh, les strates sont redressés et disloqués par l'apparition des porphyres pyroxéniques.

De Ouriebi à Isriti (1), les bords de la rivière sont des roches calcaires que l'auteur rapporte encore à la formation jurassique. Elles sont de diverses teintes, fendillées en tous sens, et s'élèvent à une grande hauteur. Plus loin, des schistes noirs leur succèdent et ont été altérés par des filons de porphyre, puis des grès verdâtres remplacent les schistes. (P. 288.) La vallée de Karavanseraï est encaissée dans des calcaires qui seraient du même âge que les précédents et susceptibles de donner de belles pierres d'appareil. Sur les bords de l'Akstofa ils ont été soulevés par les porphyres et forment d'immenses corniches dont la teinte blanchâtre contraste fortement avec les couleurs sombres des roches ignées sous-jacentes. On a vu (*antè*, vol. III, p. 487) que, suivant Dubois, le soulèvement du Caucase devait être rapporté à la fin de la période jurassique. Les granites et les diorites ont percé les schistes noirs et ont redressé les calcaires qui reposent dessus. Ce phénomène coïnciderait avec l'apparition des masses granitiques disséminées çà et là, d'une part jusqu'aux cataractes du Dnieper, et de l'autre jusqu'en Perse.

Non loin de Kislavodsk, au sud-ouest de Piatigorsk, dans la partie élevée du versant nord du Caucase central, M. Sperk aurait rencontré, suivant Fischer de Waldheim (2), l'*Ammonites Herveyi*, la *Gervillia aviculoides*, la *Trigonia navis*, et d'autres coquilles dont la détermination est plus ou moins douteuse.

Sur le versant opposé ou méridional, dans les contre-forts de la vallée supérieure du Rion, qui séparent le Ratcha de l'Imeretie, au village de Korta non loin d'Oni, M. Abich a recueilli des fossiles qui ont été examinés par M. Deshayes, et que nous avons pu voir dans la magnifique collection de M. de Verneuil. Ils proviennent de calcaires compactes ou marneux, gris noirâtre, et nous réunirons

(1) *Voyage autour du Caucase*, vol. III, p. 121.
(2) *Bull. Soc. I. des nat. de Moscou*, vol. XXII, p. 215. 1849.

dans la note ci-dessous les observations qu'ils ont suggérées à M. Deshayes ainsi qu'à nous-même (1).

Enfin, sur la côte orientale de la Caspienne, sur le prolongement un peu infléchi au N.-E. de la presqu'île d'Apscheron, le groupe montagneux du grand et du petit Balkan est encore composé de roches rapportées à la formation jurassique.

Résumé.

La direction N.-O.,S.-E. des principaux accidents orographiques et hydrographiques du sud de la Russie avait été déjà bien caractérisée par M. le baron de Meyendorf, dans son aperçu géognostique sur la Russie d'Europe (2). La direction N.-E.,S.-O. dans la partie nord-ouest du même pays avait aussi été indiquée, mais il restait à faire voir les rapports de ces directions avec la répartition des divers terrains, ce qui n'a pu être essayé qu'à la suite des travaux géologiques exécutés depuis.

Le genre de considérations que nous avons appliqué aux dépôts crétacés compris entre la Caspienne et la Baltique (*antè*, vol. V, p. 360-361) peut également nous servir pour les dépôts jurassiques qui s'étendent entre l'Oural à l'est, la mer Glaciale au nord,

---

(1) Ces fossiles sont : la *Pholadomya parci-costa*, Ag. ; la *P. donaciformis*, indiquée par M. Deshayes dans le lias supérieur ; mais ce moule serait peut-être aussi voisin de certaines formes de l'Oxford-clay, dont on a fait successivement des Lutraires, des Panopées, des *Pleuromya*, etc. ; 2 espèces nouvelles d'*Astarte* ; la *Trigonia Meriani*, Ag. ? ; un fragment comparé par M. Deshayes à la *Modiola scalprum*, Sow. ; l'extrême épaisseur du test que ce savant fait remarquer nous porte à croire que ce serait peut-être un individu de la *Gervillia siliqua*, Desl., d'autant plus que, sur le même morceau de roche, un autre fragment de coquille rappelle le *Perna mytiloides*, Lam. ; la *Modiola plicatilis*, Sow., ou une espèce très voisine ; la *Lima proboscidea*, Sow., var. du coral-rag de Saint-Mihiel, suivant M. Deshayes ; cette coquille nous paraît en effet identique avec celle de la Lorraine, mais nous regardons cette dernière comme très différente de la *L. proboscidea* ; c'est sans doute celle que Alc. d'Orbigny désigne sous le nom de *L. corallina* (*Prodrome*, vol. II, p. 21) ; trois espèces de *Pecten* peu déterminables, mais dont une serait peut-être le *P. fibrosus*, Sow. ; de nombreux échantillons de Térébratules plissées, se rapprochant beaucoup plus de la *T. variabilis*, Schloth., que de la *T. varians*, id. ; un *Nautilus* voisin du *N. truncatus*, Sow., mais plus déprimé ; une Ammonite, n. sp., très voisine de l'*A. Hommairei*, d'Orb.

(2) *Bull.*, 1re sér., vol. IX. p. 230, 1838.

la Baltique à l'ouest, le pied des Carpathes, le massif granitique du Dnieper et le versant septentrional du Caucase au sud. Dans cette étendue, qui embrasse plus de la moitié de l'Europe, les couches de la période qui nous occupe ont partout les mêmes caractères. Elles sont sableuses, argileuses et de teintes foncées; le calcaire n'y est qu'un accident ; nulle part leur épaisseur totale n'atteint 80 mètres, et le plus ordinairement elle est de 15 à 20.

Sauf quelques déterminations spécifiques dont l'exactitude est peut-être douteuse, et qui, fussent-elles rigoureusement exactes, à cause de leur petit nombre n'affecteraient pas des conclusions générales, les fossiles qu'on y a observés ne dénotent point l'existence de dépôts plus récents que le coral-rag, ni plus anciens que le Kelloway-rock. Malgré l'abondance des débris organiques sur certains points, les polypiers, les radiaires échinides, les stellérides et les crinoïdes y sont excessivement rares.

Enfin, presque nulle part aussi les couches n'ont subi le plus petit changement dans leur position relative. Partout elles reposent sur le système permien ou sur le système carbonifère. Leurs rapports avec les quelques représentants isolés du trias de la steppe des Kirghis sont encore inconnus.

L'uniformité, la simplicité et le peu d'épaisseur de la formation jurassique dans cette vaste surface de la Russie d'Europe, qui se continue sans doute au nord-est, à travers les plaines immenses des bords de l'Océan glacial jusqu'à la nouvelle Sibérie, s'observant ainsi sur 100° de longitude et 27° de latitude, est sans doute un des résultats les plus frappants qu'ait offerts la géologie comparée. Ce que nous avons dit des dépôts quaternaires, tertiaires et crétacés de la même surface non-seulement se trouve justifié, mais encore dépassé par la faible puissance et la constance des caractères de ceux-ci.

Dès que nous pénétrons, au contraire, dans la région montagneuse comparativement très restreinte du Caucase, de la Crimée et des Carpathes, alors, comme dans les Alpes, la puissance et la variété des sédiments se développent en même temps que l'accidentation des couches est plus prononcée.

Ces faits confirment donc aussi les deux remarques auxquelles nous a conduit l'étude comparative des formations dans les pays de plaine et de plateaux avec ceux des pays de montagnes : savoir, l'*innocuité complète*, si l'on peut s'exprimer ainsi, des grandes dislocations de l'écorce terrestre sur la loi qui préside à la succes-

sion des êtres dans le temps, et la permanence de ces mêmes phénomènes de dislocation à toutes les époques dans les régions montagneuses actuelles. On se rappellera qu'à ce dernier égard nous entendons les *chaînes de montagnes complexes* comme les Pyrénées, les Alpes et les Carpathes, et non les *chaînes simples* comme le Jura et la Côte-d'Or, ou bien les *chaînes mixtes* comme les Vosges, la Forêt-Noire, le Harz, etc. Ces dernières, sous le point de vue dont nous parlons, rentrent dans les conditions des pays de plateaux, chaque formation s'étant déposée régulièrement dans le voisinage de leur axe, lorsqu'il en existait un antérieurement. Ces surfaces n'étaient point ce que nous avons appelé des *lieux d'élection* de phénomènes dynamiques plus ou moins permanents.

Enfin, si nous partons de la chaîne du Jura et de ses ramifications à l'est et à l'ouest, nous pouvons la considérer comme occupant la zone du plus grand développement normal des dépôts de cette période. Nous voyons ceux-ci diminuer d'importance et se simplifier à mesure que nous avançons vers l'E., de manière à n'être plus représentés sur les frontières de l'Europe et de l'Asie que par un seul des termes de la série. Il est également remarquable qu'il en est de même à l'ouest, au delà de l'Atlantique, comme au sud au delà de la Méditerranée, et même sur ses bords. Nous avons donc eu toute raison de choisir l'expression de *formation jurassique* pour désigner l'ensemble des sédiments compris entre le groupe néocomien et les marnes irisées.

CHAPITRE XII.

FORMATION JURASSIQUE DE L'ASIE.

§ 1. — Asie occidentale.

Au sud de la zone jurassique méridionale de l'empire russe, dans laquelle nous avons dû comprendre, outre les deux versants du Caucase, les affleurements de la rive orientale de la Caspienne et du pourtour du plateau d'Ust-Urt, il ne nous reste à signaler avec certitude que bien peu de représentants des dépôts de la période secondaire qui nous occupe. La Grèce et la Turquie d'Europe ne nous en ont offert aucune trace, et l'on pouvait présumer qu'il en serait à peu près de même dans leur prolongement sud-est, à travers l'Asie Mineure et la chaîne si complexe du Taurus.

Asie Mineure.

M. W.-J. Hamilton (1) a décrit, à la vérité, sous la dénomination de *roches secondaires inférieures, représentant probablement le système jurassique ou oolithique*, dans la Paphlagonie et le Pont, le long des côtes de la mer Noire, des calcaires cristallins de diverses couleurs, quelquefois associés à des schistes micacés ou à des couches arénacées et argileuses pénétrées de veines de quartz. Les grès, quelquefois compactes, ressemblent à la grauwacke, et les schistes argileux passent à des jaspes. Aucun fossile n'est signalé par l'auteur, qui mentionne ces roches entre Sinope et Boiavad (Boyabad), de Ladick (Ladiki) à Amasya, Niskar, Tokat, Angora, etc. Rien, jusqu'à présent, n'est venu justifier les présomptions du savant voyageur anglais. Les régions que nous venons d'indiquer ont été coloriées sur la carte géologique de l'Europe de MM. Murchison et Nicol et sur celle d'A. Dumont, les unes comme crétacées et nummulitiques, les autres comme occupées par des schistes cristallins ou des roches métamorphiques.

Les premiers documents positifs sur l'existence de couches jurassiques dans l'Anatolie sont dus aux recherches persévérantes et si

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. V, p. 367, 1849. — Voyez pour les terrains moderne, tertiaire et crétacé de l'Asie Mineure, ainsi que pour les roches ignées, *antè*, vol. I, p. 298, 339, 481, 663 ; — II, p. 947 ; — III, p. 181, 463 ; — V, p. 377.

fructueuses de M. Pierre de Tchihatcheff, à qui la science doit les nombreux renseignements d'après lesquels ont pu être établis sur les deux cartes que nous venons de rappeler les caractères et la distribution des divers terrains de toute la Péninsule. En effet, le célèbre voyageur, dans une lettre adressée à Sir R. Murchison, le 26 février 1849 (1), annonçait qu'il avait découvert, au sud-ouest d'Angora, des Ammonites de l'étage d'Oxford. A trois heures de marche de la ville règne une bande de calcaire grisâtre, compacte, à cassure conchoïde, en bancs, tantôt verticaux, tantôt plongeant de 40° au N., 33° O (2). Cette bande, dirigée N.-N.-O., S.-S.-E., est bornée au sud par les dépôts lacustres de la plaine du Sangarius, s'étendant ainsi de la limite méridionale des roches trachytiques des environs d'Angora jusqu'au village d'Ilidja. A l'est et à l'ouest, ses limites sont moins bien connues, mais elles ne semblent pas pouvoir être bien éloignées. M. de Tchihatcheff a recueilli dans ces calcaires les *Ammonites tortisulcatus*, d'Orb., *arduennensis*, id., *biplex*, Sow., *tatricus*, Pusch.

Sur les frontières de la Bithynie et de la Galatie, le même savant signale un second lambeau qui appartiendrait encore à cette formation. Il est composé de calcaires blancs sableux, rappelant par leur aspect les roches crétacées à Inocérames de la Bithynie, ou bien des marnes de teintes diverses, des grès compactes à grain fin, en dalles, et plongeant de 40° au S., 10° E. De chaque côté de la vallée de Mudurlu, les bancs forment des zones obliques, d'une grande régularité. Au nord, au nord-est et à l'ouest, ces roches seraient bordées par le terrain de transition, à l'est par les trachytes de l'Ala-Dagh, au sud et au sud-ouest par les dépôts lacustres du bassin du Sangarius. La surface totale qu'elles occupent aurait 80 kilomètres de long sur 50 de large. Au pied du versant méridional de l'Ala-Dagh règnent des marnes jaunâtres, compactes, homogènes, à cassure conchoïde, en dalles minces, horizontales ou légèrement inclinées au N. et au N.-E. (3). Dans la vallée de l'Alan-Sou, ces roches sont très contournées, et, dans le voisinage de Nalahan, l'auteur y a rencontré des empreintes d'*Ammonites biplex*. La faible distance qui sépare ces roches de celles que nous venons de signaler, plus à l'est

---

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol V, p. 362, séance du 20 mars 1849.

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. VII, p. 396, 1850.

(3) *Bull.*, 2e sér., vol. VIII, p. 284, 1851.

dans le voisinage d'Angora, permet de penser qu'elles appartiennent au même horizon.

Ces deux lambeaux ont été représentés sur la carte géologique de l'Europe de MM. Murchison et Nicol comme sur celle de Dumont, mais ni sur l'une ni sur l'autre les positions des roches environnantes ne sont celles que nous venons d'indiquer d'après le texte même de M. de Tchihatcheff.

Autour d'Amasry (Amasserah), le long du littoral de la mer Noire, des massifs de schistes argileux surmontés de roches ruiniformes, élevés de 500 à 600 mètres, circonscrivent une série de collines plus basses formées par des dépôts houillers. Ceux-ci supportent à leur tour des monticules qui aboutissent à la côte et forment en avant des îlots plus ou moins nombreux. Les roches qui constituent ces derniers sont, à la base, des grès peu épais rapportés au grès bigarré, et plus haut des calcaires, des schistes et des argiles placés par M. Schlehan (1) dans la formation jurassique. Elles offrent à la surface de ce petit pays, d'un mille de long sur un demi-mille de large (Allem.?), cinq lambeaux principaux et un certain nombre d'autres moins importants que l'auteur décrit successivement et qui en effet diffèrent un peu les uns des autres.

Le premier, situé au nord-est d'Amasry, comprend des calcaires qui plongent au S.-O. sous la mer; ils y forment de petits rochers à fleur d'eau à la porte de la ville même. Au sud-ouest, et entourés de grès carbonifères, s'élèvent à 30, 60 et même 100 mètres d'altitude, des rochers calcaires, prolongement des précédents, et constituant alors une sorte de plateau que surmontent des buttes de 20 à 30 mètres. Les strates courent de l'E.-N.-E. à l'O.-N.-O., direction opposée à celle du terrain houiller. Les calcaires blancs sont quelquefois aussi gris bleuâtre ou jaunâtre, à grain fin, oolithiques ou grossiers, traversés par places de veines de calcaire spathique, ou bien encore celluleux et renfermant des fossiles peu déterminables.

Le second lambeau est épais et repose directement sur le grès carbonifère. Le long de la côte les calcaires composent deux monticules de 100 mètres d'élévation, bordés de murailles à pic et se continuant au delà par des terrasses ou plateaux. Le troisième est une chaîne de collines de 200 à 230 mètres de hauteur, affectant

(1) *Zeitschrift der Deutschl. geol. Gesellsch.*, vol. IV, p. 149, pl. 1-3, 1852.

les caractères des précédents et se prolongeant aussi d'une part vers la mer, et de l'autre jusqu'à Gumucu, Tirla-Asy, etc. A peu de distance des grès carbonifères, des assises oolithiques, de 20 à 30 mètres, comprennent des lits subordonnés de grès, d'argile schisteuse, charbonneuse et de schistes siliceux, le tout cimenté ou pénétré de calcaire spathique ou de calcaire terreux. Ces trois lambeaux, qui se rattachent les uns aux autres en passant sous la mer, paraissent avoir été aussi en relation directe avec les deux suivants. Les fossiles y sont nombreux, surtout dans la partie nord-ouest des calcaires blancs. Ce sont, suivant l'auteur, la *Diceras arietina*, la *Gryphæa cymbium*, des Pleurotomaires, des *Trochus*, etc.

Le quatrième lambeau, situé au sud-est, comprend des argiles en lits minces, rouges ou blanches, que M. Schlehan compare à celles de Lubschau et de Woëschneck en Silésie, mais dont l'âge paraît être assez douteux. Au sud-ouest des conglomérats, encore de la même formation, recouvrent ces argiles, les calcaires oolithiques, et bordent le granite au nord et au nord-est. La puissance totale de cette série est considérable et elle s'élève jusqu'à une altitude de 330 mètres. Les couches s'abaissent en pentes douces vers la mer, ou par des gradins successifs. Dans le voisinage du granite elles forment des murailles de 400 mètres d'élévation. Les fossiles abondants près de Schynaly sont des polypiers (*Tragos acetabulum?*), le *Trochus duplicatus*, les *Pleurotomaria anglica* et *conica*, le *Turbo ornatus*, la *Rotella polita*, la *Melania striata*, les *Nerinea suprajurensis*, *Mosæ*, *Bruntrutana*, le *Pterocera Oceani*, etc.

Enfin le cinquième lambeau, situé non loin de Schynaly, est relié au précédent par une bande étroite, et entoure vers l'ouest les montagnes granitiques. D'un autre côté on peut constater sa liaison avec le troisième. Il est borné au nord, au nord-est et au nord-ouest par des terrasses qui limitent la formation carbonifère. Le plongement des couches est au S., et les fossiles assez nombreux sont ceux des localités déjà citées, plus l'*Ostrea heliantoides* et des Pentacrines.

L'auteur comparant ensuite la composition de ces divers lambeaux, croit y reconnaître, à partir des grès et des argiles bigarrées, qui en trois endroits reposent sur la formation carbonifère, et qu'il rapporte provisoirement au grès bigarré, des représentants : 1° de la grande oolithe ou oolithe de Bath ; 2° des calcaires à coraux du coral-rag ; 3° des calcaires jurassiques blancs supérieurs.

Après une description que la nature très découpée et très acci-

dentée du pays rend assez confuse, des rapports stratigraphiques parfois douteux et des déterminations de fossiles qui inspirent peu de confiance, on conçoit que nous devons nous abstenir de toute conclusion positive relativement aux couches de ce petit point de la côte nord de l'Asie Mineure. Nous devons attendre de nouveaux renseignements pour établir leurs rapports, soit avec les couches jurassiques de la Crimée sur le prolongement desquelles elles paraissent se trouver, soit avec celles que M. de Tchihatcheff a découvertes au sud-ouest. Sur la *Carte géologique de l'Europe* de MM. Murchison et Nicol, la teinte consacrée à la craie s'étend uniformément sur tout le littoral d'Amasserah ; sur celle d'A. Dumont, au contraire, on distingue très bien en cet endroit des roches trappéennes, des granites et du terrain houiller, mais la teinte des autres roches semble appartenir plutôt à celle du système dévonien qu'à celle consacrée par l'auteur à la formation jurassique. Il paraît certain du moins qu'il a eu connaissance du travail de M. Schleban.

Syrie.

En traitant de la Syrie et de la Palestine (*antè*, vol. III, p. 189, et surtout vol. V, p. 386-405), nous avons fait connaître incidemment tout ce que nous savions des roches rapportées à la formation jurassique dans les chaînes du Liban, de l'Anti-Liban, de Naplouse et de la rive gauche du Jourdain à la rive orientale de la mer Morte. Sur la carte géologique de MM. Murchison et Nicol, ces roches sont représentées à peu près comme sur celles de M. Russegger, mais avec une continuité qui, ainsi que nous l'avons fait remarquer, n'existe pas sur ces dernières, tandis que sur la carte de Dumont on a laissé en blanc la lacune que présentent les feuilles du géologue allemand. Nous ne pouvons donc que renvoyer le lecteur à ce que nous avons dit à ce sujet, et aux publications déjà signalées qui en ont traité.

Nous trouvons le passage suivant dans le premier volume de ses *Recherches scientifiques en Orient* (1) que vient de publier M. Alb. Gaudry : « La couche la plus inférieure dans les ré-» gions que j'ai parcourues est formée d'un calcaire compacte, » jaune ou bleuâtre. Dans le voisinage de ce calcaire j'ai ren-» contré des roches dont la contexture oolithique est très dé-» veloppée. Au-dessus des calcaires bleus, on voit à Aïn-Hamadé » des assises de calcaires gris clair renfermant des fossiles et des

(1) *Partie agricole*, p. 11, gr. in-8, 1855.

» nodules siliceux. Une puissante formation de sable recouvre ces » assises. » Ce sont ceux dont nous avons parlé.

Les fossiles rapportés de ce pays par M. Anderson (1), ayant été considérés la plupart comme jurassiques par M. Conrad, le voyageur américain en avait conclu que la plus grande partie des roches devaient être jurassiques, mais M. Gaudry nous a fait remarquer que ces fossiles, à en juger d'après ceux qu'il avait recueillis dans la même localité, devaient être crétacés comme ceux que nous avons déjà cités (*antè*, vol. V, p. 399). Quant aux débris organiques trouvés par ce dernier géologue dans les calcaires compactes au-dessous des sables ferrugineux, ce sont : une très grosse Natice, rappelant par sa forme celle qu'Alcide d'Orbigny a désignée sous le nom de *N. athleta*, et qui serait de l'étage de Portland, puis vers le bas une grande quantité de baguettes de *Cidaris glandiferus*, une Térébratule à deux plis (*T. subsella* ou *sella?*), et un polypier qui est peut-être l'*Astræa sublimbata*, Mich. Ces couches, les plus anciennes de cette région, pourraient donc représenter l'un des étages jurassiques supérieurs.

Arménie et Perse.

Suivant M. C. Grewingh (2), les sédiments de la période qui nous occupe seraient très répandus, mais peu puissants, dans les chaînons du Karabagh. Au-dessus et au-dessous d'Ordubad, dans le défilé de l'Araxes jusqu'à Migri, ainsi qu'à cinq lieues à l'est de Nougadi, ce sont des calcaires noirs ou de teintes claires, ou bien des dolomies grises, des calcaires et des argiles rouges, tantôt formant des murailles escarpées, tantôt affectant d'autres caractères. L'auteur n'y cite que des genres de fossiles, et comme il signale aussi des calcaires à Hippurites, on peut se demander si le tout n'appartient pas encore à la formation crétacée. Il rapporte à la même période des porphyres trachytiques et des calcaires situés près d'Iadin, renfermant le *Belemnites semisulcatus* et une Gryphée qui serait la G. arquée suivant M. Moritz Wagner (3).

Ce dernier voyageur cite encore des calcaires bitumineux du lias avec des Peignes et des Térébratules, sur le versant oriental des

(1) *Official report of the United States expedition to explore the dead sea and the river Jordan*, by lieut. Linch, in-4, Baltimore, 1852.

(2) *Die geognost. und orograph. Verhältnisse des Nordlichen Persiens*, avec carte, in-8, Saint-Pétersbourg, 1853.

(3) *Nach Persien und dem Lande der Kurden*, etc. Leipzig, 2 vol. 1852.

montagnes du Kurdistan, au nord de la Nasslu et à l'ouest du lac Ourmiah. Dans les montagnes du Ghilan qui bordent la mer Caspienne, ce sont des calcaires à grain fin avec des bivalves indéterminées et des crinoïdes, roches qui auraient été soulevées à l'est d'Argau par des mélaphyres et des mandelstein. Elles se prolongent vers la côte et appartiendraient au lias. Entre Dirou et Massula, des grès avec des Pholadomyes et le *Pecten fibrosus* reposent sur un grès calcaire également jurassique. Les mêmes calcaires se voient encore dans la vallée de Nemekeh près de Surl, dans la partie orientale de l'Elbourz où sont citées une Gryphée regardée comme étant la G. arquée, une seconde espèce (*G. Buhsii*, Grew.), des Trigonies, des Limes, etc. Sur la carte jointe au mémoire de M. Grewingh, on remarque beaucoup de petits points indiqués comme jurassiques, mais à l'égard desquels il est encore prudent de conserver des doutes.

La carte générale de l'Europe de MM. Murchison et Nicol indique un lambeau jurassique étendu au fond de la vallée de l'Araxes à Ordubad, et un autre situé au nord et entouré de roches ignées. Une grande partie des montagnes du Ghilan est coloriée comme jurassique, et des fossiles du même âge sont mentionnés plus à l'est, dans la région au sud d'Asterabad. Ces indications sont beaucoup plus restreintes sur la carte d'Europe d'A. Dumont, où l'on distingue à peine deux petits lambeaux dans la vallée de l'Araxes, et deux autres sur les flancs des montagnes du Ghilan. Mais d'une autre part, outre un îlot marqué à l'ouest d'Ourmiah, l'auteur a cru pouvoir colorier, aussi de la teinte jurassique, de larges bandes flexueuses, alignées du N.-O. au S.-E., dans la chaîne de Zagros, depuis l'extrémité méridionale du lac Ourmiah jusqu'à la limite de sa carte.

Observations de M. K. Loftus.

Les roches qui composent ces grandes zones ont été désignées par M. W. Kennett Loftus (1), qui a suivi en cela l'exemple de M. Hamilton, sous le nom de *série secondaire inférieure*, la *série*

(1) *On the geology*, etc. Sur la géologie d'une partie des frontières de la Turquie, de la Perse et des districts voisins, lu le 21 juin 1854 (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XI, p. 289, 1855, avec une carte et 23 coupes (p. 226-244). — *Ibid.*, vol. VII, p. 263, 1851).—Voy. aussi : Woskoboinikow, Voyage dans le nord de la Perse (*Arch. von Erman für Russland*, vol. V, p. 671. — *Neu. Jahrb.*, 1848, p. 96. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*,

Perse. La plus remarquable de ces voûtes est la chaîne de Kealun. Elle borne à l'est l'espace que traverse la rivière Kerkhah avant d'atteindre la plaine, et elle s'étend en ligne droite sur une longueur de 35 milles. Par la courbe régulière et imposante de son dôme, M. Loftus la compare à un modèle gigantesque du palais de cristal.

Les grandes chaînes calcaires de ce groupe opposent partout une barrière formidable à l'entrée du pays lorsqu'on vient de l'ouest. Tous les passages pour pénétrer de la Turquie dans la Perse sont ouverts à travers leurs couches, et, comme les chaînes intérieures s'élèvent par degré les unes au-dessus des autres, les historiens grecs les avaient désignées sous le nom de κλιμακες (échelles). Les chênes croissent avec une grande vigueur depuis la base jusqu'à 1900 mètres; au delà ils diminuent graduellement, puis disparaissent. A 2500 mètres croissent seulement les Astragales. Les calcaires nummulitiques atteignent des altitudes de 3000 à 3200 mètres. Ils sont jaunâtres ou gris dans la cassure, mais prennent à l'air une teinte ocreuse vive. Dans le voisinage de l'axe de la chaîne frontière, des calcaires bleus très cristallins sont sans doute encore nummulitiques pour la plupart.

L'uniformité du caractère cristallin des roches de ce groupe, les fossiles constamment à l'état de moules et très rares dans toute la hauteur n'ont pas permis d'y établir de subdivisions. Dans une coupe des plus complètes, M. Loftus n'a pu voir, sur une épaisseur de 600 mètres, que des calcaires compactes ou cristallins, continus et sans fossiles. Les espèces recueillies dans diverses localités, et déterminées par M. R. Jones, sont les *Nummulites biaritzensis*, d'Arch., *perforata*, d'Orb., *exponens*, J. de C. Sow., l'*Alveolina ovoidea*, d'Orb. (*subpyrenaica*, Leym.), l'*Operculina granulosa*, Leym., l'*Orbitoidea dispansa*, J. de C. Sow., le *Conoclypeus Flemingi*, d'Arch. et J. Haime, un *Temnopleurus*, le *Spatangus obliquatus*?, Sow.?, un *Hemiaster*, un *Schizaster*, une Néritine voisine de la *N. Schmideliana*, et un grand nombre de genres dont les espèces n'ont pas été déterminées.

(P. 283.) La limite entre les terrains tertiaire et secondaire est difficile à tracer; la rareté et le mauvais état des fossiles, le manque de bonnes coupes naturelles, l'altération des roches près de l'axe central, s'opposent le plus ordinairement à leur séparation. Dans les hautes régions de la chaîne de Zagros, il y a quelques portions qui

représentent certainement la période crétacée, mais alors la base de la formation n'est pas moins difficile à préciser. C'est seulement dans l'intérieur des montagnes de Bakhtiyari, sur la route de Kalah-Tul à Ispahan (Isfahan), que la série peut être bien observée, et que l'on voit clairement, aux roches gypseuses (conglomérat, marnes grises et gypses) et aux calcaires nummulitiques, succéder de nouveaux calcaires, des argiles bleues schisteuses, des couches à Hippurites et cristallines. Ces derniers calcaires forment une voûte qui atteint, dans l'axe de la chaîne, 2477 mètres d'altitude. Les calcaires du défilé de Tauk-i-Girrah, compactes, blanc jaunâtre, durs, quelquefois cristallins, divisés en lits minces, nombreux, avec des cordons de silex noirâtre, d'un blanc laiteux, ont offert une Turrilite ressemblant à la *T. tuberculatus*, une Bélemnite, une Ammonite de $0^{m},76$ de diamètre, l'*A. planulatus*, Sow. (*A. Mayorianus*, d'Orb.), des Peignes, etc.

Le point le plus avancé au sud-est qu'ait atteint la Commission dont M. Loftus faisait partie fut Madre-i-Suleiman (Pasargade), où les murailles en ruines de la Kaäba sont d'un marbre à grain fin, blanc jaunâtre, avec des Térébratules plissées, des polypiers, des Exogyres, etc., qui semblent appartenir à la craie. Suivant le baron de Bode (1), ces pierres proviennent des carrières de Deh-Bid, village situé à 9 farsang (27 milles) au nord de Murgab. Entre ce point et Persépolis, la chaîne qui limite la plaine de Kemin au sud est composée d'argile jaune recouverte par un calcaire sans fossiles, blanc, cristallin. Un moule d'Ammonite a été rencontré dans l'argile. Partout où la succession des couches nummulitiques et crétacées a été observée, la concordance des deux systèmes s'est trouvée parfaite.

Ce qui donne beaucoup de valeur aux observations de M. Loftus, c'est le grand nombre de coupes transversales qu'il a faites avec beaucoup de soin dans toute l'étendue de la chaîne, et qui en montre la structure générale de la manière la plus claire. Ce travail, exécuté dans des conditions assez difficiles, peut servir de modèle aux géologues voyageurs et est certainement un des mieux compris que nous connaissions. La seconde partie du mémoire traite de la région nord-ouest de ce système de montagnes, aux environs du lac Ourmiah et de Van. Elle se rattacherait plus particulièrement à ce que nous avons dit de cette contrée (*antè*, vol. III, p. 495).

---

(1) *Travels in Louristan*, vol. I, p. 79.

§ 2. — Asie méridionale.

Nous ne possédons encore aucune donnée qui nous fasse soupçonner l'existence de la formation jurassique entre ces rudiments douteux des montagnes de l'Asie occidentale et le Pendjab, ou le bassin de l'Indus, mais les dépôts de l'Asie méridionale qu'on y a rapportés affectent une disposition toute particulière relativement à son relief, et présentent en outre des caractères très différents en relation avec leur origine. Les uns, presqu'exclusivement marins, ont été signalés au centre même de l'Himalaya; ils se prolongent au nord-ouest comme la chaîne; on les observe dans le Pendjab, traversant la vallée de l'Indus au-dessous d'Attok ; ils paraissent exister à l'est de ce fleuve dans le Béloutchistan, et sont surtout bien caractérisés sur la rive gauche de son embouchure orientale dans la presqu'île de Cutch. Les autres, formés sans doute dans des eaux douces, fluviatiles ou lacustres, occupent une région tout à fait distincte au sud du Gange. Ils s'étendent à partir de cette rivière, d'une manière plus ou moins continue, dans tout l'espace compris entre les chaînes orientales et occidentales de la presqu'île de l'Inde, ou mieux entre les deux mers, se prolongeant au sud presque jusqu'au pied du massif cristallin des Nilgherries. La région nord et ouest ou marine comprend des calcaires, des marnes et des argiles; la région centrale, méridionale ou d'eau douce, des grès, des poudingues, des calcaires, des argiles et des lits de charbon. Nous étudierons successivement ces deux divisions naturelles de notre sujet en commençant par celle du nord et de l'ouest.

Région du nord et de l'ouest.

Chaîne de l'Himalaya. — Observations diverses.

M. J.-D. Herbert (1), en faisant connaître les fossiles recueillis par M. Gerard dans la haute vallée du Spiti, affluent du Setledge (Setludje, Sutledj, Sutluj, Sutlej, Hyphasis des Grecs), a rapporté que les premières Ammonites avaient été trouvées roulées dans le lit de la rivière Gonduk et au passage de Uta-Dhura, a plus de 5000 mètres d'altitude. Ces fossiles sont connus dans le pays sous les noms indiens de *Saligrammi*, de *Bijli-ke-har*, et sous le nom anglais de *Lightning-bones*. Parmi les coquilles, très imparfaitement décrites

(1) *On the organic remains found in the Himalaya* (*Gleanings of science*, n° 23, sept. 1831, p. 265, pl. 17).

et figurées par l'auteur, on remarque des bivalves de formes du lias ou de l'Oxford-clay ; des univalves dont un fragment ressemble au *Cerithium Patroclus*, un moule qui rappelle le *Pleurotomaria secans* de la craie. Certaines Ammonites carénées auraient plus d'analogie avec des espèces crétacées qu'avec les *arietes* du lias ; quelques autres sont voisines de l'*A. communis*, aussi bien que des formes analogues de l'Oxford-clay. Une Bélemnite semble être le *B. semi-hastatus*, et une portion d'alvéole avec sa graine a été prise pour une Orthocératite. Un *Spirifer* pourrait aussi bien être le *S. Walcotii* qu'une espèce carbonifère ou même plus ancienne, et une Térébratule la *T. obsoleta* ou *lacunosa*.

M. J. G. Gerard (1) signale lui-même la vallée de Spiti comme fort intéressante par sa grande élévation, par l'aspect imposant et varié de ses sites et par l'abondance des fossiles qu'on y trouve. Sur beaucoup de points, les montagnes semblent être entièrement composées de coquilles qu'on rencontre surtout au pied des immenses escarpements verticaux qui bordent la rivière, atteignant 4000 et 5000 mètres au-dessus de la mer. M. J. de C. Sowerby a pu déterminer, parmi les fossiles de cette haute région qui lui ont été communiqués, l'*Ammonites annulatus anguinus*, Schloth., le *Belemnites sulcatus*, Mill., ou *apiciconus*, Blainv., une Avicule, n. sp., l'*Astarte plana*, Sow., ou *modiolaris*, Desh., une Nucule du lias, mais dont une forme très voisine se trouve aussi dans l'Oxford-clay, le *Pecten æquivalvis*, Sow.? un *Productus* qui paraît être le *P. scabriculus*, Sow., associé à un *Spirifer* dans une roche semblable aux schistes de transition de l'Europe. Mais il est évident que le savant paléontologiste de Londres qui avait déduit de ces fossiles l'existence de l'oolithe inférieure, du lias et du calcaire carbonifère dans ces montagnes, n'avait pas eu sous les yeux toutes les Ammonites figurées par M. Herbert.

Plus tard, M. J. F. Royle (2) a donné de bons dessins de plusieurs des coquilles rapportées par M. Gerard, et provenant des schistes noirs de la chaîne de Lait-che-Lang, la troisième grande crête de l'Himalaya, au nord-ouest de Kunawur, toujours dans la vallée supérieure du Setledge. Ce sont deux Ammonites : l'une

(1) *Asiatic Researches*, vol. XVIII, p. 238, 1833.

(2) *Illustrations of the botany of the Himalayan Mountains*, vol. I, p. xxxvi et vol. II. pl. 3, in-4, 1839. — *Journ. Asiat. Soc. of Bengal*, vol. I, p. 348.

de la section des *planulati* et voisine de l'*A. decipiens*, l'autre rappelant l'*A. Parkinsoni;* deux Bélemnites sillonnées (*B. canaliculatus*, Schloth., Ziet., ou *sulcatus*, Mill.?), un grand *Spirifer*, une *Avicula*, assez voisine des *A. echinata* et *tegulata*, une grande Arche qui paraît être nouvelle, la *Terebratula obsoleta*? et une Astarte, probablement celle que l'on vient de voir désignée sous le nom de *planata* ou de *modiolaris*.

M. Everest (1), qui a parcouru la même région, y a recueilli, dans des calcaires bleu-noirâtres, des Ammonites voisines des *A. Walcotii*, *communis*, *falcifer*, et une variété gibbeuse qu'il rapporte à l'*A. varians* (2), un Nautile, une Bélemnite profondément canaliculée, des Amphidesmes, des Térébratules, la *Lima proboscidea*, etc. L'auteur en conclut que des roches secondaires, analogues à celles de l'Europe occidentale, existent dans cette partie de la chaîne, ainsi que des dépôts de transition, caractérisés par les *Productus* et des Orthocératites observés dans les schistes.

Recherches de M. Strachey.

Le travail le plus régulier que nous connaissions encore sur la stratigraphie générale de l'Himalaya est dû à M. R. Strachey (3), qui a particulièrement étudié la portion de la chaîne comprise entre le cours du Setledge au nord-ouest, et celui du Sarda ou Kali, la vallée supérieure du Karnali et le bassin du lac Manasa au sud-est. Bien que cette surface ne soit pas très considérable, eu égard à la longueur de la chaîne, la régularité et la symétrie de cette dernière permettent de regarder les observations géologiques du savant voyageur anglais comme donnant une idée assez exacte du reste. Aussi croyons-nous devoir présenter ici, et par le même motif que pour le travail de M. Loftus, un aperçu sommaire de l'ensemble de ses recherches. On se rendra mieux compte alors de la position qu'occupent les dépôts secondaires dans cet immense massif que couronnent les plus hautes cimes de la terre.

Depuis le point où l'Indus sort de la chaîne au nord-ouest, jus-

---

(1) *Asiat. Researches*, vol. XVIII, part. 2, p. 107, 1833. — *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 566.

(2) Cette Ammonite est probablement l'une des espèces carénées et tuberculeuses, figurées par M. Herbert.

(3) *On the geology*, etc. Sur la géologie des montagnes de l'Himalaya et du Tibet (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VII, p. 292, avec carte et coupes, 1851. — *Ibid.*, vol. X, p. 249, 1854. — Hopkins, *Anniversary address delivered to the geol. Soc.* (*Ibid.*, vol. VIII, p. LXV, 1852).

qu'à celui où le Brahmapooter (Brahamapoutre, Burhampouter) s'en échappe au sud-est, il règne au pied du versant méridional de l'Himalaya une plaine continue qui se prolonge au sud, d'une part jusqu'à la baie du Bengale, près de Calcutta, et suit de l'autre le cours de l'Indus, à travers le Pendjab et le Sinde, jusqu'à la mer Arabique, occupant ainsi une surface de 500000 milles carrés. Sa partie la plus élevée, située entre le Setledge et la Jumna, le long de la base des montagnes, est à environ 365 mètres au-dessus de la mer. De chaque côté de cette ligne de partage, les eaux coulent à l'ouest vers l'Indus et à l'est vers le Gange. Malgré l'absence de fossiles marins, M. Strachey ne doute pas que le sol de la plaine ne soit un dépôt d'origine marine. Il est composé, près de la chaîne, de blocs et de gravier, qui deviennent d'autant moins nombreux et moins volumineux qu'on s'en éloigne davantage.

Pour faire bien comprendre la constitution géologique des montagnes, l'auteur a donné deux coupes perpendiculaires à leur direction ou tracées du S.-S.-O. au N.-N.-E., entre le 79° et le 80°30′ longit. orientale (Greenwich). Les strates courent ici O.-N.-O., E.-S.-E., c'est-à-dire à peu près comme la chaîne elle-même. On passe brusquement de la plaine à la région des montagnes; la séparation est parfaitement tranchée, et la chaîne des collines Sewalik se dresse comme une muraille sortant de dessous la plaine unie du Gange. Cette chaîne est, ainsi qu'on l'a vu (*antè*, vol. II, p. 970), formée de grès souvent friables, très tendres en général, puis de marnes, d'argiles, de blocs et de lits de graviers, constituant parfois des conglomérats. Les strates plongent ordinairement au N.-N.-E., ou vers la grande masse des montagnes, sous un angle de 5°. Le côté abrupte où se trouvent les points les plus élevés est tourné vers la plaine, tandis qu'à l'intérieur une pente douce détermine une vallée peu profonde qui suit l'alignement général du massif et vient se rattacher au pied des montagnes les plus rapprochées de l'Himalaya. Ces dernières courent elles-mêmes parallèlement à la ligne extérieure plus basse, et à une distance qui varie de 5 à 10 milles.

A peu d'exceptions près, les collines Sewalik paraissent se continuer, suivant une ligne assez régulière et avec des caractères constants, le long de la grande chaîne, depuis le Setledge jusque sous le méridien de Calcutta. M. Strachey n'a d'ailleurs apporté aucune donnée nouvelle pour confirmer ni pour modifier l'opinion que leurs roches sont de la période tertiaire moyenne. Par leur faible

inclinaison au N.-N.-E., elles semblent passer sous le grand massif des montagnes, apparence due sans doute, ainsi que le dit l'auteur et que le montre sa coupe, à d'immenses failles courant comme le pied de la chaîne. Quant à la zone de grès qui borde immédiatement la chaîne principale, elle appartiendrait à la période salifère, et pourrait être la continuation des roches analogues qu'on retrouve au nord-ouest dans le Pendjab et aux environs de Subathoo (1).

Si, après cette première ride, on continue à s'avancer vers le N.-E., on ne tarde pas à entrer dans la région des montagnes proprement dites, qui règne alors sans interruption sur une longueur de près de 500 milles. Sa partie extérieure s'élève aussi brusquement à une hauteur moyenne de 2000 mètres. On y trouve des schistes argileux, des grès, des calcaires interrompus par une ou plusieurs lignes de roches ignées. La stratification est très nette et le plongement est de 10° à 15° au N.-N.-E. Par suite de dislocations, des inclinaisons inverses s'observent çà et là. Les fossiles paraissent y manquer complétement. Les zones de roches ignées suivent la direction générale, et parmi elles domine la diorite, qui passe à la syénite et au granite. Les grès que traverse cette dernière roche n'ont été modifiés que jusqu'à quelques mètres du contact.

Lorsque, après avoir passé une large zone de micaschites et de quartzites percés çà et là de masses granitiques, on se dirige toujours au N.-E., on observe que la direction des couches est constante, mais que celles-ci plongent souvent en sens inverse ou bien sont verticales. Les eaux thermales arrivent partout au jour suivant les lignes de dislocation. Dans la partie nord de cette région, les schistes et les calcaires deviennent souvent talqueux, puis l'on atteint les schistes cristallins qui courent comme la ligne des grands pics, laquelle est aussi celle des principales éruptions granitiques. La direction reste la même et l'inclinaison se maintient au N.-N.-E. Suivant M. Strachey, ces grands pics sont formés pour la plupart de roches schisteuses, pénétrées de veines de quartz et de granite. Le Kamet, qui fait exception, est entièrement granitique et atteint 7752 mètres. Les cimes les plus élevées de toute la chaîne sont situées au sud-est et appartiennent à cette zone cristalline. C'est d'abord le Djawahir (7847 mètres), puis le Dhawalagiri (8556), dé-

---

(1) Les couches salifères du Pendjab appartiennent au système dévonien, et les roches argileuses et arénacées sans fossiles des environs de Subathoo sont surmontées par le groupe nummulitique.

trôné par le Kinchinjinga (8587), qui vient de l'être à son tour par le Gaourichanka ou mont Everest, dans la partie orientale du Népaul (8836 mètres).

Aux schistes cristallins pénétrés par les granites succèdent des schistes vers la base desquels, dans le voisinage du gneiss et du micaschiste, se montrent des veines de granite différentes des précédentes. Ces schistes, dont l'épaisseur n'est pas moindre de 2700 mètres, sont grossiers et comprennent, comme couches subordonnées, des grès, des calcaires offrant divers plans de clivage, mais point encore de traces de débris organiques. C'est seulement lorsqu'on a dépassé le sommet de ces grandes assises, dont la puissance totale est d'environ 4200 mètres, que l'on pénètre dans la zone des roches fossilifères.

Les premières que l'on atteint sont de la période silurienne. On y trouve de nombreux Trilobites (*Cheriurus*, *Lychas*, *Asaphus*, *Cybele*, *Illænus*), des céphalopodes (*Orthoceratites*, *Cyrthoceratites*, *Lituites*), des brachiopodes, des cystidées, des polypiers et des fucoïdes. Les calcaires foncés en bancs épais de la base sont suivis de calcaires alternant avec des schistes, de calcaires en dalles, de bancs plus argileux, d'argiles schisteuses, de schistes avec des calcaires impurs subordonnés, de grès rouge foncé, quelquefois marneux, surmontés de quartzite rose pâle et de quartzite blanc sans fossiles, constituant les cimes les plus élevées de la série paléozoïque. La ressemblance de toutes ces roches anciennes des hautes régions de l'Himalaya, à 5000 et 5500 mètres au-dessus de l'Océan indien, avec celles du même âge dans l'ouest de l'Angleterre, est telle que, par leur aspect minéralogique et les empreintes de fossiles qu'on y trouve, les échantillons des unes et des autres, mélangés dans une collection, seraient très difficiles à distinguer. Ces roches forment en général les cols les plus élevés par lesquels on communique des provinces anglaises de Kemaou et de Gahrwal avec le Tibet, et qui sont à 5500 mètres d'altitude. Entre ces passages, les plus hautes cimes atteignent 6000 mètres.

M. Strachey signale au delà un calcaire analogue au muschelkalk de l'Europe et placé, à ce qu'il semble, entre les roches de transition et les couches secondaires bien caractérisées. La chaîne paléozoïque paraît se terminer par une ligne de failles, au nord de laquelle s'élève brusquement une falaise jurassique. Les calcaires dont nous venons de parler, et que l'auteur n'a pas bien vus en place, seraient alors restés dans les profondeurs de la faille. 25 es-

pèces fossiles en proviennent : ce sont des Cératites, Goniatites, Ammonites, *Spirifer*, Peignes, Térébratules, *Chonetes* et *Pholadomya*.

Les assises jurassiques plongent au N. comme les précédentes, mais sans qu'on ait pu s'assurer si elles étaient concordantes. La chaîne des montagnes siluriennes court comme ces couches, et le long de son versant nord est un ruisseau qui les sépare des roches secondaires. Celles-ci s'élèvent plus loin en formant une barrière presque infranchissable. En cet endroit, la coupe naturelle met à découvert une épaisseur de couches de 1500 à 1800 mètres.

Les plus basses que l'on puisse observer sont des calcaires noirs et des argiles schisteuses avec peu de fossiles. Au-dessus viennent, sur une hauteur de plusieurs milliers de pieds, divers calcaires, quelquefois composés presque exclusivement de coquilles dont les formes rappellent celles du cornsbrash et du fuller's earth d'Angleterre. La base de cette série étant peu connue, on ne peut pas affirmer qu'il n'y ait pas quelque représentant du lias. Ces calcaires sont surmontés à leur tour par une puissante assise d'argile schisteuse de teinte foncée, remplie de Bélemnites et d'Ammonites enveloppées dans des nodules endurcis sphéroïdaux. Ed. Forbes, qui examina ces fossiles, ne doutait pas qu'ils appartinssent à l'horizon de l'Oxford-clay, et reconnut parmi eux plusieurs espèces identiques avec des Ammonites jurassiques du Sinde. On sait en outre, ajoute M. Strachey, que des fossiles semblables existent encore à une grande distance vers l'ouest, au nord de l'Himalaya, de même qu'à 200 milles à l'est de la coupe, dans la partie orientale du Népaul, de sorte que les roches anciennes de la chaîne doivent être accompagnées, le long de leur versant nord ou vers le Tibet, par une bande continue de dépôts jurassiques de plus de 400 milles de longueur (1).

Quant à ceux régulièrement stratifiés qui recouvrent ce représentant asiatique de l'Oxford-clay de l'Europe, l'absence de fossiles

(1) Parmi les fossiles qu'avait recueillis lady Sarah Williams Amherst, dans une partie de l'Himalaya qui n'a pas été suffisamment précisée, Alc. d'Orbigny a reconnu le *Belemnites absolutus*, Fisch., les *Ammonites interruptus*, Schloth., et *triplex*, Sow., fossiles qui appartiennent à l'Oxford-clay de l'Europe. Parmi ceux que le général Hardwick a rapportés du Népaul, M. J.-E. Gray a nommé et figuré, sans les décrire, les *Ammonites nepaulensis*, *Wallichii* et *substriatus* qui sont aussi des formes jurassiques, mais

n'a pas permis de déterminer leur âge. Ce sont des grès compactes, très durs, des argiles schisteuses et des calcaires dont les caractères sont dus sans doute à la fréquence des roches ignées de cette région. Le manque de couches crétacées dans l'Himalaya, où nous savons que les roches nummulitiques se trouvent à des altitudes de 4000 et 4875 mètres, entre Zanskar (Dankhar ou Trankar) et la vallée de l'Indus (1), comme au delà dans les montagnes de Cachemire, peut aussi faire présumer que ces assises arénacées appartiennent à la période tertiaire inférieure.

Le caractère le plus frappant et certainement le plus imprévu de la géologie de ces montagnes, est l'existence d'un vaste dépôt tertiaire à 4200 et 4800 mètres au-dessus de la mer, c'est-à-dire à la hauteur du Mont-Blanc en Europe, et dont la surface est restée presque exactement horizontale.

Lorsqu'on traverse la ligne de partage des eaux qui coulent au S. dans le Gange, et au N. dans le Setledge supérieur, ligne qui forme aussi la séparation des possessions anglaises et du Tibet, on trouve une plaine de 120 milles de long, dont la largeur varie de 15 à 60, et qui s'étend encore au N.-O. Sa portion occidentale est partout découpée par d'énormes ravins ; et celui au fond duquel roulent les eaux du Setledge n'a pas moins de 1000 mètres de profondeur. La composition de ce dépôt mise ainsi à nu permet d'y reconnaître des accumulations de blocs, de gravier, d'argile et de limon dont les éléments sont de toutes les dimensions, disposés en strates réguliers, parallèles à la surface du sol ou s'en écartant rarement. Les fossiles qu'on a trouvés même depuis longtemps sont des ossements de grands mammifères (*Hippotherium*, cheval, bœuf et autres ruminants, rhinocéros, éléphants, etc.), tous dans un fort mauvais état de conservation qui ne permet pas d'établir encore leurs rapports avec ceux provenant des collines Sewalik.

Ces dépôts tertiaires, près du passage de Niti, sont à 5168 mètres d'altitude ; aussi M. Strachey qui les regarde comme d'origine marine pense-t-il que le soulèvement de cette vaste région a eu lieu,

---

dont le niveau géologique absolu n'est pas indiqué (Hardwick et Gray, *Illustrations of indian zoology*, in-folio, vol. I, dernière planche). Voy. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, *The Geology of Russia in Europe*, vol. I, p. 256-257, 1845.

(1) D'Archiac et J. Haime, *Descript. des animaux fossiles du groupe nummulitique de l'Inde*, p. 177, 1853.

depuis le niveau de l'Océan jusqu'à sa position actuelle, dans la dernière période géologique. Tout le système de l'Himalaya lui présente, dans sa structure générale, un caractère d'unité tellement prononcé qu'il ne peut l'expliquer que par un mouvement de toute la masse à la fois (1).

Pendjab.

Les fossiles de la vallée de Spiti, dont nous avons parlé en commençant, se trouvent exactement dans le prolongement nord-ouest de la zone jurassique tracée entre le Setledge et le Kali; plus loin nous ne connaissons pas sa continuation dans les montagnes qui entourent la haute vallée de Cachemire. Mais à l'ouest, dans le Pendjab, la chaîne flexueuse de la Montagne de Sel, qui traverse perpendiculairement du N.-O. au S.-E. le cours de l'Indus au midi d'Attok, est composée de divers systèmes de couches, toutes concordantes et plongeant au N., sous des angles qui varient de 35 à 50°. Nous avons donné, d'après M. Fleming, une coupe N., S., faite à travers cette chaîne (2), et que le savant voyageur a publiée lui-même avec quelques observations (3). Cette coupe montre de bas en haut :

1. Marne rouge gypseuse avec sel.
2. Grès rouge avec argiles et conglomérats.
3. Argiles schisteuses et grès micacé verdâtre ; impressions végétales indéterminables; épaisseur, 160 mètres.
4. Grès et argiles schisteuses bigarrées; nodules cuprifères; 60 à 80 mètres.
5. Calcaire avec schiste, *Productus*, etc.; 80 à 110 mètres.
6. Grès, argile pyriteuse, bitumineuse et calcaires ; lignites et empreintes de fougères.
7. Argiles bitumineuses, argile bleue avec *septaria* et lignite.
8. Calcaire blanc avec Alvéolines, etc.
9. Calcaire à Nummulites avec silex ; 100 à 160 mètres.
10. Grès tendres, marnes et argiles avec ossements de mammifères.

Les fossiles des assises 6 et 7 sont : un *Pecopteris*, des bois de

---

(1) Voy. pour les soulèvements de cette partie de l'Asie, *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol X, p. 249, 1854.

(2) D'Archiac et J. Haime, *loc. cit.*, p. 172, 1853.

(3) *On the Salt range of the Penjaub* (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. IX, p. 189, 1853). — *Report on the salt range and on its coal and other minerals* (*Journ. Asiat. Soc. of Bengal*, vol. XVII, p. 500, 1848. — *Ibid.*, vol. XVIII, p. 661, 1849). — Alex. Burnes, *On the geol. of the Banks of the Indus* (*Transact. geol. Soc. of London*, 2ᵉ sér., vol. III, p. 191, 1833-35).

conifères, deux ou trois espèces de Bélemnites dont une que nous avons signalée comme nouvelle, et l'*Ammonites opis*, ou voisine de l'*A. Herveyi*, Sow., une Gryphée, une Astarte, des Peignes, des Térébratules, dont l'ensemble indique le niveau de l'Oxford-clay.

Province de Cutch.

Les recherches de M. C. W. Grant (1), dans la province de Cutch, située sur la rive gauche de la branche orientale de l'Indus à son embouchure, nous ont déjà fourni de précieux matériaux pour l'histoire des dépôts tertiaires nummulitiques et des roches trappéennes de la partie occidentale de l'Indoustan (*antè*, vol. II, p. 978;—III, p. 196 et 501). Elles n'ont pas été moins fructueuses pour la formation dont nous nous occupons en ce moment. En l'absence de sédiments crétacés, comme dans toute la région septentrionale, les strates nummulitiques se trouvent succéder aux couches secondaires jurassiques, sans cependant que leur mode de relation ait été observé directement, le texte comme les coupes et la carte de l'auteur nous laissant dans une complète incertitude à cet égard. Il distingue au-dessous des dépôts tertiaires que nous venons de rappeler :

1. Grès calcaires et argiles schisteuses (*Laminated series* ou *Upper secondary formation*).
2. Grès rouge.
3. Argile et grès avec des lits de charbon.
4. Syénite et quartzite.

La première série de roches est composée d'alternances d'argiles schisteuses, de calcaires schisteux et de grès également schisteux. Les bancs les plus calcaires sont très durs, compactes, tandis que d'autres sont terreux et friables ; quelques lits sont susceptibles de fournir des pierres pour la lithographie. La teinte des argiles est le bleu foncé. Les strates sont horizontaux, excepté dans le voisinage des roches ignées. Lorsqu'ils forment des collines, ils sont surmontés d'une assise épaisse de grès tendres, grossiers, ou de calcaire cristallin, dur, compacte, à cassure conchoïde. Les dislocations s'étant produites à la limite des dépôts, la détermination de leur âge devient presque impossible. Mais M. Grant suppose qu'ils ont comblé une dépression dans les assises charbonneuses et les grès sous-jacents. Par leurs caractères pétrographiques, ces roches ont

(1) *Mem. to illustrate a geological map of Cutch*, avec carte et 6 pl. de fossiles (*Transact. geol. Soc. of London*, 2e sér., vol. V, p. 296, 1837. — *Proceedings*, id., vol. II, p. 525).

une grande analogie avec le lias de l'Europe, mais leurs fossiles étudiés par M. J. de C. Sowerby les a fait rapporter à l'un des groupes oolithiques.

Les plus nombreux sont les Ammonites, surtout dans les collines qui bordent le Runn. Sur 11 espèces, 8 paraissent être nouvelles ou propres au pays; les trois autres se rapprochent des *Ammonites Herveyi*, *perarmatus* et *corrugatus*. Les Térébratules viennent ensuite dans l'ordre d'importance relative, et sur 7 il y en a 5 qui seraient analogues aux *T. biplicata*, *dimidiata*, *sella*, *intermedia* et *concinna*, c'est-à-dire des espèces jurassiques et crétacées, ce qui peut laisser des doutes sur l'exactitude des déterminations. Deux Trigonies sont aussi très fréquentes, et l'une d'elles paraît être une variété de la *T. costata*. Les Pholadomyes, autant qu'on en peut juger par leur état de conservation, sont des formes du lias ou des groupes oolithiques. Il y a 2 Bélemnites dont une ressemble au *B. canaliculatus* de l'oolithe inférieure. Une Huître parmi les ostracées est voisine de l'*O. Marshii*. Les autres fossiles sont peu concluants et trop imparfaitement connus. 38 espèces en tout ont été caractérisées, décrites sommairement et figurées.

Les collines que forment ces couches présentent au nord une falaise à pic surmontant un talus, et au sud un plan incliné, disposition qui résulte de la composition même de la série, dont la base est une argile et un grès schisteux que couronne une assise puissante de grès peu solide à gros grain. Celui-ci manque quelquefois par suite de dénudations qui auraient suivi le soulèvement général du système. Les portions non dérangées constituent des montagnes coniques, et l'apparition des basaltes a produit des dislocations locales particulières, indépendantes du mouvement général dont nous venons de parler.

Le grès rouge est régulièrement stratifié, concordant avec la série sous-jacente, à grain fin, de teintes variées et sans fossiles. Des lits d'argile rouge y sont subordonnés, et certaines couches alumineuses qui se sont enflammées spontanément ont brûlé pendant longtemps. La surface du sol a un aspect calciné et l'argile a pris l'apparence de briques cuites. Au sud, ce grès est recouvert par des lits de gravier auxquels succèdent des sables jusqu'à la mer, de sorte que ses rapports avec les couches fossilifères précédentes sont complétement masqués.

Les couches sédimentaires les plus basses de la province de Cutch, et qui occupent une surface assez considérable, sont des grès en

bancs épais, régulièrement stratifiés, alternant avec des argiles schisteuses qui renferment par places des bancs ferrugineux. Lorsque des lits de charbon s'y rencontrent, ils alternent avec une argile bleue ou grasse comme la terre à foulon. Au sud de la chaîne des collines de Charwar, le plongement général est S.-O. et S.-S.-O., mais au nord l'inclinaison est beaucoup plus variable, et la série est tellement brisée et pénétrée de dykes, que toute tentative pour déterminer la direction générale serait sans succès.

Le minerai de fer a été exploité sur quelques points; sur d'autres où le charbon existe, il n'est pas assez abondant pour donner lieu à des travaux de quelque importance. Près de Bhooj, il forme un lit de $0^{m},45$ d'épaisseur, subordonné à des grès et à des argiles. Le charbon n'a pu être utilisé à cause de sa mauvaise qualité. Tantôt assez pur et brillant, il brûle sans donner de coke; tantôt ce n'est qu'un lignite. Des sondages poussés jusqu'à 57 et 82 mètres n'ont pas rencontré d'autres bancs exploitables et n'ont traversé que des grès et des argiles bleues avec des rognons ferrugineux et des pyrites de fer. Les argiles schisteuses et quelquefois les grès renferment de nombreuses empreintes végétales.

Ces dépôts charbonneux sont limités au nord par les calcaires, les argiles et les grès fossilifères; au sud ils se terminent brusquement contre une chaîne basse de collines volcaniques ou trappéennes. Rien ne prouve qu'ils aient jamais été recouverts par des sédiments réguliers plus récents. Ces divers caractères présentent à la vérité une certaine analogie avec ce qu'on observe dans les bassins houillers de l'Angleterre, mais, en prenant en considération les empreintes de plantes, M. Grant pense que ces dépôts seraient plutôt les équivalents des couches charbonneuses de la série oolithique du Yorkshire. Les plantes déterminées et figurées par M. Morris, proviennent des grès et de l'argile qui accompagnent le charbon au sud de la chaîne de Charwar. Ce sont les *Ptilophyllum acutifolium* et *cutchense*, *Lycopodites affinis*, *Fucoides* (*Codites*) *dichotomus*, des tiges d'*Equisetites* ou d'une plante monocotylédone.

Outre les fossiles jurassiques trouvés dans ce pays, M. W. H. Sykes (1) en a recueilli d'autres dans le désert de Balmeer, de Joonah, etc., situé au nord-est. Ce sont, suivant M. J. de C. Sowerby, la *Corbula pectinata*, les *Astarte major*, *compressa* et

(1) *A notice respecting some fossils collected in Cutch* (*Transact. geol. Soc. of London*, 2ᵉ sér., vol. V, p. 715, 1834).

rotunda, les *Trigonia costata* et *Smeeii*, les *Plicatula pectinoides* et *flabellulum*, la *Gryphœa dilatata*, la *Terebratula microrhynca*, la *Tornatella striata*, un fragment de Bélemnite, les *Ammonites Herveyi*, *maya*, *calvus*, *Pottingerii*, *fissus*, *torquatus* et *fornix*. Prises dans leur ensemble, ces formes représentent comme les précédentes la faune de divers étages, depuis le cornbrash jusqu'à la grande oolithe (1), et les couches charbonneuses placées dessous viendraient se placer au niveau du grès inférieur du Yorkshire (*lower sandstone and shale*).

Dans un forage exécuté à Gagah, dans la péninsule de Guzerate, sur le golfe de Kambaye, la sonde a traversé des sables et des argiles sableuses, plus ou moins endurcies, plus ou moins foncées et pyriteuses, parfois coquillières et alternant jusqu'à 100 mètres. A la profondeur de 90 mètres on a rencontré un calcaire bleu que M. Fulljames (2) a rapporté au lias, sans doute d'après ses seuls caractères pétrographiques.

Région centrale ou d'eau douce.

Observations générales. La région jurassique centrale et méridionale de l'Inde est, avons-nous dit, d'origine d'eau douce ou du moins tout porte à le présumer. Elle s'étend de l'E. à l'O., des environs de Calcutta à la presqu'île de Cutch ; du N. au S. de la vallée du Gange et de la Jumna jusqu'au parallèle de Madras et de Séringapatam. Les dépôts qui la composent dans cet espace, fréquemment interrompus par des roches cristallines plus anciennes, ou des roches pyrogènes plus récentes, sont de haut en bas : des poudingues, des grès, des calcaires, des argiles schisteuses, avec des lits de charbon et des grès encore à la base.

Malgré leur grand développement, ces diverses assises ont été l'objet de méprises complètes. Ainsi les grès les plus anciens de la série ont été assimilés à l'*old red sandstone*, les plus récents au *new red sandstone* des îles Britanniques, les argiles schisteuses et les lits de charbon à la formation houillère, tandis qu'on plaçait au même niveau d'autres couches charbonneuses que nous savons aujourd'hui appartenir au groupe tertiaire nummulitique ou à sa base

---

(1) On remarquera cependant que la *P. spinosa* est au-dessous de cet horizon, et la *G. dilatata* au-dessus.

(2) *Journ. Asiatic Soc. of Bengal*, vol. VI, 1837.

(Cherra-Poonji, etc., province de Silhet, environs de Subathoo, de Simla et Pendjab (1).

Mais, hâtons-nous de le dire, rien n'était plus excusable que ces erreurs des voyageurs qui, depuis vingt-cinq à trente ans, ont sillonné en divers sens cette vaste surface, car le guide le plus sûr, et l'on peut même dire le seul, du géologue qui a de grands systèmes de couches à débrouiller, la présence des débris d'animaux marins leur faisait entièrement défaut. Cependant une étude plus attentive des relations stratigraphiques dans les derniers pays que nous venons de citer, à l'est du Brahmapooter et au nord du Gange, où les dépôts marins sont bien caractérisés, aurait certainement empêché de rapporter au terrain houiller des bancs charbonneux de la période tertiaire inférieure, tandis que pour ceux de la Péninsule de l'Inde proprement dite, ou au sud du Gange, le petit nombre d'empreintes végétales bien déterminées que l'on possédait ne pouvait convaincre de suite les observateurs qu'ils avaient sous les yeux des dépôts secondaires de la période jurassique. L'extension, comme les caractères pétrographiques des roches arénacées, calcaires et argileuses, permettait en effet d'admettre l'existence de systèmes plus anciens, analogues à ceux de l'Europe occidentale.

L'histoire complète et détaillée des phases par lesquelles a passé cette partie de la géologie de l'Inde n'aurait pas un bien vif intérêt, parce qu'en l'absence de caractères précis les géologues qui ont décrit ces dépôts, souvent avec beaucoup de soin, ne pouvaient attacher qu'une faible importance à leurs propres déductions théoriques. Ces observations se bornent à des descriptions locales dont la monotonie résulte du peu de variété du sujet lui-même qu'elles avaient pour but de faire connaître. Nous ne nous appesantirons donc pas sur ces divers travaux, et nous nous bornerons à rappeler ce qu'il y a de plus essentiel dans les publications qui ont précédé une synthèse générale et systématique résumant, en 1854, à peu près toutes les recherches antérieures.

Grès et poudingues. — Travaux divers de MM. Franklin, Kittoe, Newbold, etc.

Vers le temps où commence notre revue, M. H. Hardie (2) donnait un exposé succinct de la géologie de l'Inde centrale, peu propre

(1) D'Archiac, *Hist. des progrès de la géologie*, vol. III, p. 201. 1850. — *Descript. des animaux foss. du groupe numm. de l'Inde*, p. 172, 178, in-4, 1853.

(2) *Asiatic Researches*, vol. XVIII, 2ᵉ part. p. 27, 1833.

à éclaircir les diverses questions qu'il traitait, et M. Macpherson (1) signalait la position de la couche diamantifère de Parteal, la plus riche autrefois du pays de Golconde. Son épaisseur moyenne est de $0^{m},60$; elle est recouverte par un calcaire tufacé de $1^{m},50$ à 2 mètres, au-dessus duquel s'étend le grand dépôt alluvien qui couvre les deltas de la Kistnah et du Godavery.

En décrivant une partie des provinces de Bundelkund, de Boghelkund, de Sagor (Sagur) et de Jubbulpour, M. J. Franklin (2) fait remarquer qu'à partir du Gange, si l'on se dirige au sud, on voit succéder, aux dépôts quaternaires de la plaine, une première rangée de collines formées de grès horizontaux, plus ou moins rouges, salifères et rapportés au nouveau grès rouge d'Angleterre (*new red sandstone*). Une seconde rangée de collines qui vient ensuite est surmontée de marnes rouges, bleues, vertes, alternant avec des grès schisteux et panachés. Elles représenteraient pour l'auteur les marnes irisées ou le *red marl*. Des gisements salifères y sont exploités. Dans les grandes cataractes des environs de Bilohi et de Bouti, la partie la plus basse des grès que l'on voit sur une épaisseur de 100 à 130 mètres est panachée, rouge pourpre ou lilas. Tout le système plonge à l'O. sous la vallée de la Sone. Les calcaires argileux de Hat-hi sont rapportés au lias. Plus loin, ils reposent sur les marnes rouges, et à Pattariya on les trouve en contact avec le trapp. Ils renferment des cherts, sont terreux, horizontaux, presque toujours concordants avec les marnes et les grès sous-jacents. Vers le bas ils deviennent compactes, blancs et passent à la variété lithographique. Les bancs du milieu sont gris de fumée, et quelques variétés sont jaunes. Ces calcaires occupent la plate-forme de la seconde rangée de collines. Au delà de Pattariya commencent les trapps qui règnent jusqu'à Sagor (Sagur) (*antè*, vol. III, p. 505).

M. J. Franklin (3) décrit les collines des environs de Panna comme formées par le lias à la partie supérieure et reposant sur un vaste système de grès bigarré, plus ou moins micacé et quartzeux.

---

(1) *Ibid.*, p. 115.

(2) *Ibid.*, p. 23. — Voy. *antè*, vol. III, p. 506, *nota* pour l'orthographe de Jebelpour.

(3) Ibid., *On the diamond mines of Panna in Bundelkund* (*Ibid.*, p. 101).

avec des argiles schisteuses subordonnées. C'est dans la partie la plus basse des collines de Bindachal que se rencontrent les diamants. Le grès qui les renferme recouvre une faible ride de granite syénitique, et tout ce système arénacé est réuni au trias (*new red sandstone*). A Kattra (Kuttrah), le sol est imprégné de sel extrait par des lavages comme sur les bords de la rivière Sone et sur d'autres points. Sur les rives de la Bager, une argile bitumineuse noire, qui affleure sous les grès, a fait présumer que le charbon pouvait exister à une faible profondeur.

La roche matrice du diamant, appelée *pakka* dans le pays, est peu étendue. C'est un conglomérat avec des cailloux roulés de quartz, de jaspe, de lydienne et de hornstein réunis par un ciment siliceux pur. Les carrières ouvertes pour l'atteindre sont peu profondes, et traversent, à Kamarya, des marnes schisteuses micacées et des grès. La présence des cailloux de quartz annonce ordinairement celle du diamant. Les exploitations de Panna ont seulement de 6 à 15 mètres de profondeur. Depuis Sakerya jusqu'à Udesna, la même roche est recouverte par le latérite (*antè*, vol. II, p. 987-994). Il y a en outre des exploitations superficielles dans un gravier composé de fer rouge, de sable ferrugineux et argileux. C'est un dépôt de transport accumulé sur les pentes ou dans les fissures du grès supérieur. Leur produit est précaire, et leur exploitation très facile ; enfin le diamant existe encore dans d'autres dépôts remaniés.

Après avoir traité du mode d'exploitation de cette gemme et de ses propriétés, M. Franklin décrit les mines de Banaganpilli (Banganpilli), qui sont ouvertes dans la même roche que celles de Panna. En général, la couche diamantifère (*kacha* et *pakka*) se trouve aujourd'hui à des altitudes comprises entre 380 et 454 mètres. Les gisements de transport s'abaissent de 340 à 212 mètres. Bien que ce système de couches soit fort étendu, les diamants ne se trouvent que sur des espaces très limités. Ainsi, dit l'auteur (p. 118), la roche qui renferme les diamants de l'Inde et qui représenterait le nouveau grès rouge d'Angleterre, repose sur un dépôt arénacéo-argileux d'au moins 120 mètres, et au-dessous de celui-ci sont des indices de charbon. Ces gisements de diamants du Bundelkund sont semblables à ceux de l'Inde méridionale décrits par MM. Voysey, Heyne, etc. (1).

---

(1) Le premier européen qui ait décrit les exploitations de diamants

M. Kittoe (1) a décrit les mêmes couches rencontrées dans un voyage de Calcutta à Sumbulpour, et de ce point à Mednipour, en traversant la forêt d'Orissa, et Newbold (2) celles des environs de Kurnool au sud, dans la vallée de la Kistnah. On trouve encore des observations intéressantes sur ces dépôts dans la description sommaire qu'a donnée M. Finnis (3) du pays situé entre Hashungabad, la Nerbuddah et Nagpour, dans l'explication qu'a publiée M. J. Hardie (4) d'une coupe de Minach à Merta, dans celle qu'a faite M. J. G. Spilsburg (5) à travers la vallée de la Nerbuddah, de Tendukheri à Bittoul.

Observations de V. Jacquemont

Sur la rive gauche de la Dummodah, dit Victor Jacquemont (6), qui suivit la route de Calcutta à Panna, les roches cristallines qui avaient régné jusque-là ont entièrement disparu ; les grès affleurent alors partout ; ils sont micacés, tabulaires, feldspathiques, et passent à un poudingue à noyaux de quartz. Au-dessus sont des schistes à grain fin, puis d'autres rouges et micacés que l'auteur croit appartenir au terrain houiller. Après Hazaronbag recommencent des collines de quartzites et d'amphibolites, dirigées O.-N.-O., E.-S.-E. Monnonpour est situé au pied des roches cristallines qui s'éloignent ensuite vers le S., pour ne plus se montrer qu'accidentellement à des distances plus ou moins grandes. Lorsqu'on s'approche de Norungah, et avant d'atteindre Saseram, les grès fins micacés, peu durs, se montrent de nouveau. Autour de cette ville ils sont bien développés, gris blanc, et se délitent en dalles. Ils ont été employés dans toutes les constructions anciennes et le sont encore aujourd'hui. Les strates sensiblement horizontaux disparaissent vers l'O. dans une rangée de collines. A deux lieues au sud-ouest de Mirzapour, ils forment de nouveau une suite de hauteurs, en bancs

---

de l'Inde nous paraît être Tavernier qui visita, en 1642, celles du royaume de Golconde et de Visapour. « Tout autour du lieu où se » trouvent les diamants, dit-il, à la mine de Raolconda, la terre est » sablonneuse et pleine de roches et de taillis, à peu près comme » aux environs de Fontainebleau, » etc. (*Les six voyages de J.-B. Tavernier*, vol. II, p. 326, 1679).

(1) *Journ. asiat. Soc. of Bengal*, vol. VIII, p. 367, 474, 606 et 671.

(2) *Madras Journal*, n° 26, p. 42, 1840.

(3) *Journ. asiat. Soc. of Bengal*, vol. III, p. 71.

(4) *Ibid.*, p. 238.

(5) *Ibid.*, p. 388.

(6) *Voyage dans l'Inde*, 3e partie, p. 289, 1844.

toujours horizontaux, qui se prolongent à une grande distance vers l'ouest.

Kuttrah est bâtie au pied d'une seconde rangée de collines s'élevant au-dessus d'un plateau, qui lui-même se trouve au niveau de la précédente. Ce second gradin a une hauteur double du premier; il est composé des mêmes grès, mais qui alternent avec des schistes argileux verdâtres ou violets. Ceux-ci renferment quelquefois à leur tour des bancs de grès à grain fin ou des amandes de quartz grenu; d'autres sont des grès verts. Le tiers supérieur de la colline est un grès blanc ou rougeâtre ordinaire, sans argile ni grès micacé schisteux, et dont l'altitude est de 350 à 400 mètres.

C'est un peu à l'ouest de Mowgunge que Jacquemont observa les premiers calcaires recouvrant les grès. Ils étaient schistoïdes, grisâtres, peu durs, peu épais, marneux, et une argile grise les séparait des grès. Des lits ferrugineux y sont subordonnés comme entre les bancs de grès, mais le fer ne constitue qu'une sorte d'enveloppe et ne pénètre pas à l'intérieur de la roche. Autour de Rewach, ces calcaires que M. Franklin rapportait au lias offrent des teintes variées. Lorsqu'on s'approche de Rampour ils cessent, et les grès seuls règnent de nouveau.

A trois kilomètres à l'ouest de cette ville s'élèvent des collines coniques de grès formant la troisième rangée (Bandoir-Hills de M. Franklin), la première étant celle de Bindachal et la seconde celle de Kuttrah (Kattra). Celles-ci sont formées de grès comme les autres et accompagnées d'argiles schisteuses. Le calcaire, assez développé aussi aux environs, présente plusieurs variétés de teinte et de dureté. La surface du sol est couverte de kunker (*antè*, vol. II, p. 324). Entre Nagound et Singpour se montrent les calcaires compactes, gris de fumée, un peu spathiques. Au delà, vers Lohargong, le calcaire est compacte, marneux, et les grès qui apparaissent çà et là finissent par rester seuls près du village.

(P. 399.) Autour de Panna les grès existent partout, en bancs solides, horizontaux, d'un aspect très variable. On y observe des veinules de fer oxydé, contournées et concentriques. A la surface du pays est étendue une couche de gravier ferrugineux (*lalkakrou*) mélangé de terre argileuse et de fragments d'argile ferrugineuse. C'est le gisement superficiel du diamant dont nous avons déjà parlé. Au nord-est est un lambeau de brèche diamantifère. Les puits d'exploitation ont de 15 à 20 mètres de largeur sur 10 à 15 de

profondeur. Après avoir traversé le dépôt de terre rouge avec blocs de grès, alternant avec des argiles, on atteint des couches régulièrement stratifiées, rubannées d'argile bigarrée de vert et de brun violet, semblable à celle qui forme plus haut des amas ondulés. Au-dessous est un banc de grès vert, très dur, à grain très fin, compacte, à cassure esquilleuse, et qui repose immédiatement sur la brèche à diamants. Ce grès est semblable à celui qui vient affleurer dans les collines de Rewah au passage du Kuttrah.

La gangue du diamant qui vient ensuite est un conglomérat très hétérogène, dont l'épaisseur varie de $0^m,3$, $0^m,4$ à 1 mètre et $1^m,50$. Le ciment est ferrugineux, siliceux ou argileux. Les éléments de la roche, comme nous l'avons déjà dit, d'après M. Franklin, sont des galets de jaspe rouge, de quartz lydien, de quartz laiteux, de grès vert et de fragments arrondis d'argile bigarrée. Les morceaux de grès, dont les teintes varient du vert clair argenté au vert foncé, indiquent, par leur abondance, la richesse du gisement. De gros grains de quartz vitreux s'y rencontrent aussi disséminés avec des fragments aplatis, à angles émoussés seulement, mais non arrondis. Les diamants sont, comme les autres pierres, empâtés dans le ciment argilo-ferrugineux. L'auteur ne doute pas que ce conglomérat ne soit subordonné à des grès semblables à ceux de Kuttrah. Il fait cependant observer le peu d'épaisseur des couches qui le recouvrent, leurs caractères particuliers, leur absence dans les chaînes de collines précédentes, et cette circonstance qu'elles occupent toujours la surface du pays. La relation des grès avec ceux de la première rangée de collines, qui borde le Gange (chaîne de Bindachal), reste aussi indéterminée. Les pentes du second plateau du Bundelkund sont plus rapides au nord qu'au sud, et les grès horizontaux reparaissent dans la direction du N.-N.-E., sans être alors recouverts.

(P. 417.) Autour d'Adjighur, village situé au nord de Panna, des roches amphiboliques très variées, un porphyre rougeâtre quartzifère et des conglomérats porphyroïdes sont surmontés de grès schisteux micacés, horizontaux, de 60 à 70 mètres d'épaisseur. Le gravier rouge ferrugineux de Panna occupe le plateau et il n'y a pas de kunker. Les considérations de l'auteur sur les différences de ces grès, leurs rapports avec ceux des collines précédentes et leur place dans la série, qui, suivant lui, serait au niveau du trias, ont peu d'intérêt et de clarté. Il fait remarquer cependant la grande

analogie de certaines parties du porphyre d'Adjighur avec le conglomérat diamantifère de Panna.

En se dirigeant ensuite vers Nayagond, au nord, Jacquemont retrouve les mêmes roches amphiboliques surmontées de grès horizontaux et de collines terminées par des pentes très abruptes. A la montagne de Kallinger les grès qui recouvrent les roches amphiboliques constituent d'énormes masses que divisent de petits lits stéatiteux. Ils affectent souvent un délit oblique. Au sommet et vers la partie moyenne de la montagne, la roche est un grès vert très dur, et elle devient rougeâtre et micacée à la base. On y remarque un conglomérat dont les caractères rappellent ceux de la couche diamantifère de Panna.

De tous les observateurs déjà nombreux qui ont parcouru l'Inde, Newbold est celui qui a le plus contribué a en faire connaître la géologie. Voyageur infatigable, connaissant parfaitement ses diverses régions, possédant une vaste instruction, consciencieux et sobre de déductions théoriques, sa fin prématurée a été une grande perte pour la science et surtout pour son pays d'adoption. Une carte géologique générale des possessions anglaises eût été sans doute le couronnement de ses longues recherches. Dans son Résumé de la géologie de l'Inde méridionale (1), qui est une de ses dernières publications, il a montré qu'au-dessus des schistes cristallins, des roches granitiques et ignées, venaient successivement des calcaires, des grès et des conglomérats. Comme nous l'avons vu au nord, ces derniers sont le gisement du diamant. Des schistes argileux, siliceux ou arénacés, sont associés à ce système de couches, et quelquefois alternent avec lui. L'absence des fossiles n'a point permis d'y établir des horizons tranchés, ni de déterminer l'âge des diverses roches. Cependant, malgré le manque de coupes naturelles, Newbold présume que les couches diamantifères ou les plus récentes du système sont antérieures à la période crétacée. Au passage de Moudelaty, vers Kurnool, on peut constater qu'il y a un second grès au-dessous du calcaire que surmonte le grès compacte passant au quartzite et au conglomérat (2).

---

(1) *Summary of the geology of southern India*, avec quatre profils transverses géologiques de la péninsule, entre le 17° et le 10° lat. (*The Journ. of the R. asiat. Soc. of Great Britain and Irland*, vol. VIII, p. 138, 1846).

(2) *Ibid.*, vol. XII, p. 89, 90, 1850.

Argiles schisteuses, grès et gisements de charbon.

Après ces détails sur les grès qui ont été rapportés au trias et sur des calcaires regardés comme faisant partie du lias, nous dirons quelques mots des couches sous-jacentes qui renferment des gisements de combustible, et que par ce motif on a placées dans la véritable formation houillère. Nous reprendrons ensuite l'examen de tous ces dépôts à un point de vue plus systématique.

Recherches de MM. Jones, M'Clelland, Ansted, etc.

M. Jones (1) a décrit le long de la Damada (Dummodah), au nord-ouest de Calcutta, un gisement de charbon entouré de roches granitiques. Le puits établi à Ranigasie en 1815 avait traversé, sur une épaisseur totale de 27 mètres, une série d'argiles schisteuses, noires, plus ou moins dures, de grès, de psammites et huit couches de charbon de diverses qualités. L'auteur croyant que les gisements de combustible observés au nord-est et au nord-ouest de ce point étaient du même âge, en conclut que ces dépôts devaient passer sous le delta du Gange et que les alluvions qui les recouvrent n'avaient qu'une faible épaisseur.

M. M' Clelland (2), dans son mémoire sur la différence des niveaux auxquels on trouve la houille dans l'Inde et sur les causes qui peuvent y avoir contribué, fait remarquer que le pays s'élève graduellement à l'ouest de l'Ougly, vers les montagnes à la base desquelles est le gisement de combustible de Burdwan. A l'est de Calcutta, au contraire, il y a une dépression dans le Sunderbunds. Mais en supposant ensuite que les dépôts charbonneux situés au delà, dans la province de Silhet, sont du même âge, il en résulte, dans les appréciations de l'auteur, une confusion dont il est impossible de rien tirer d'utile pour l'histoire de ce sujet. Nous en dirons autant du rapport adressé en 1840 au comité des mines de houille (3), travail dans lequel on trouve d'utiles renseignements au point de vue pratique, mais où règne la même confusion au point de vue théorique. La note de M. Osborne (4) sur le terrain houiller présumé de Bidjigurh (Vijagada) est encore dans le même cas. Quant aux gisements de com-

---

(1) *Asiatic Researches*. vol. XVIII, p. 163, 1833.

(2) *Journ. asiat. Soc. of Bengal*, vol. VII, p. 65, 1838. — Voy. aussi : Kittoe, coupe d'une colline des environs de Kuttack, *Ibid.*, p. 152. — Table de l'analyse des houilles faite au laboratoire d'essai de Calcutta, *Ibid.*, p. 197.

(3) *Ibid.*, vol. IX, p. 198, 1840. — *Ibid.*, p. 582, n° 98, avec une carte.

(4) *Ibid.*, vol. VII, p. 839, 1838.

bustible situés plus à l'est dans la province de Tennasserim, et qu'a décrits M. Helfer (1), nous n'avons aucune donnée sur leur âge. L'emploi de ces combustibles minéraux paraît être d'ailleurs très peu ancien dans l'Inde. En 1842, 57 de ces gisements étaient déjà connus et utilisés, tandis que peu d'années auparavant un seul était exploité (2).

Lorsqu'en 1846 M. D. T. Ansted (3) publia une notice, extraite en grande partie d'un rapport du comité des recherches de houille et des ressources minérales de l'Inde (mai 1845), l'obscurité la plus complète régnait encore sur l'âge et les rapports de ces divers dépôts charbonneux répartis à peu près dans cinq régions différentes, dont trois dans le nord de l'Inde, une dans la province de Cutch, et la cinquième dans celles d'Arracan et de Tennasserim, sur les côtes de l'empire des Birmans. Dans le district qui s'étend des environs d'Hoosungabad sur la Nerbuddah (lat. 23° N., long. 78° E.), au nord-est, l'espace de 400 milles vers Palamow, puis à l'est vers Burdwan, non loin de Calcutta, à une distance de 250 milles, au nord jusqu'à Rajmahal, l'espace de 150 milles, dans tout ce district, disons-nous, on voit pour ainsi dire à chaque pas des affleurements de grès, d'argiles schisteuses et accidentellement de calcaires, avec des couches de charbon, d'épaisseur et de qualité variables suivant les points.

Si, négligeant les autres régions, pour plusieurs desquelles nous avons aujourd'hui la certitude que les couches de combustible appartiennent à l'époque tertiaire, nous nous bornons à l'examen de la région de l'Inde centrale, nous verrons, en commençant par les environs de Calcutta, que dans le bassin de Burdwan, le plus anciennement connu et exploité, les bancs susceptibles de donner un produit avantageux ont de 2m,20 à 3 mètres d'épaisseur; ils sont associés à des grès avec des argiles schisteuses et quelques minerais de fer argileux. Il y a en outre six autres bancs moins épais. L'exploitation a lieu sur treize points différents du bassin, mais presque toujours à la surface du sol; les travaux les plus profonds ne des-

---

(1) *Ibid.*, p. 701. — Vol. VIII, p, 385, 1839.

(2) *Roy. asiatic Soc. of Great Britain*, 18 févr. 1842. — *Ann. des sc. géol.*, vol. I, p. 286, 1842.

(3) *Facts and suggestions concerning the economic geology of India*, part. I, *coal-fields of India*, Londres, 1846.

cendent qu'à 58 mètres. Un affleurement continu de ces roches paraît exister dans le voisinage de la rivière Adji et jusqu'à Rajmahal, où des exploitations ont été ouvertes.

Ce bassin de Burdwau serait aussi en relation directe avec celui de Palamow, non loin de la rivière Sone, où la présence du combustible a été constatée sur quatre points. Ici le dépôt est entouré de collines granitiques et renferme des bancs de minerai de fer. Plusieurs bancs de charbon sont susceptibles d'être utilisés, mais plusieurs aussi ne fournissent qu'un combustible médiocre qui parfois ressemble à l'anthracite.

A l'ouest de Palamow, les couches charbonneuses affleurent en suivant deux lignes; l'une; au sud-ouest, s'étend l'espace de 150 milles jusqu'au delà de Koorbah; l'autre, plus à l'ouest, se prolonge par Sohagpour jusqu'à la Nerbuddah. Elles semblent l'une et l'autre se rattacher aussi au bassin de Burdwau. Près de Ramgurh, le charbon se montre sur deux ou trois points, en bancs épais et de bonne qualité. On en cite encore à 50 milles à l'ouest de Palamow, dans les collines de Singrowli et au sud-ouest à Sirgoojah. Entre la première de ces localités et Jubbulpour, du charbon de terre de très bonne qualité a été rencontré en plusieurs endroits. On en a reconnu dans trois localités de la vallée de la Nerbuddah. Le gisement le plus important se trouve près de Gurrawarra, à mi-chemin entre Hoosungabad et Jubbulpour. Le charbon qu'il produit paraît être le plus estimé de toute la presqu'île indienne. On en compte trois couches principales dont l'épaisseur est de $6^m,08$, $7^m,60$ et $12^m,16$, et d'autres moindres de $1^m,20$. Ce bassin de Benar promet de donner par la suite des produits importants. Dans le voisinage, il y a un autre bassin dont le charbon paraît être aussi d'excellente qualité et dont un des bancs a 2 mètres d'épaisseur. Enfin, à Jubbulpour même, le charbon rencontré à la profondeur de 22 mètres a présenté un banc de $1^m,20$ d'épaisseur.

Les autres gisements dont s'occupe M. Ansted, situés à l'est de Calcutta, dans la province de Silhet, dans l'Assam supérieur et inférieur, dans le bassin du Brahmapooter sont, comme on vient de le dire, pour la plupart de l'époque tertiaire inférieure. Quant à ceux des districts de Tenessarim et d'Arracan, nous n'avons

---

(1) Voy. Homfray, *Journ. asiat. Soc. of Bengal.* vol. X, p. 374.

aucune donnée sur leur âge ni sur leurs relations stratigraphiques. L'auteur cherche ensuite à déterminer à quel terrain peuvent appartenir les dépôts de l'Inde centrale; mais, après avoir émis diverses suppositions, il convient que les documents acquis à la science sont trop insuffisants pour qu'on puisse se prononcer à cet égard, et il termine en présentant un tableau de la position et de la qualité des plus importants gisements de combustible de l'Inde.

Paléontologie.

Au mois de juin 1851, M. Sykes (1) communiqua à sir P. de Grey Egerton des restes de poissons provenant d'un schiste noir bitumineux qui, suivant des renseignements peu exacts, se trouvait au confluent de la Wurda et du Godavery, au nord d'Hyderabad et au sud de Nagpour. Le savant ichthyologiste anglais les rapporta au genre *Lepidotus*, dont ils constitueraient une espèce nouvelle (*L. deccanensie*) et dont les caractères devaient faire placer leur gisement dans le lias, le plus ancien des dépôts où ce genre commence à se montrer.

Observations de M. Bell.

M. T. L. Bell (2) visita cette localité où M. Walker (3) avait fait exécuter des recherches de houille, et il se trouva qu'elle était près du village de Kotah, sur la rive gauche de la Pranheetah, 12 milles au-dessus de sa jonction avec le Godavery. A Chicala, à 12 milles au nord de Kotah, et lorsqu'on se dirige vers ce village par la rive gauche de la Pranheetha, on commence à apercevoir trois chaînes de collines dirigées N.-O., S.-E., composées de grès, séparées les unes des autres par des plaines couvertes de regur ou terreau noir (*antè*, vol. II, 328). Près de Kotah se montre un autre grès, différent du précédent, bien stratifié et sans nodules ferrugineux. La roche est quartzeuse, divisée en lits minces et de teintes variées; elle est accompagnée d'un conglomérat à galets de quartz. A quelques mètres plus bas, le grès feuilleté alterne avec une argile inclinée de 10° au N.-N.-O. A peu de distance de l'ouverture du puits de recherche, qui est à un demi-mille du village, un calcaire argileux, en bancs d'épaisseur variable, renferme des veines de chaux carbonatée fibreuse. Le grès cesse de se montrer à 2 milles au-dessous de ce point. La coupe du puits a donné la série suivante :

---

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VII, p. 272, 1851.
(2) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VIII, p. 230, 1852.
(3) *Journ. asiat. Soc. of Bengal*, n° 112, p. 341, 1841.

		m.
1.	Alluvion ancienne ou *black regur* (*cotton soil*)	4,70
2.	Argile bleue	0,30
3.	Calcaire argileux	2,75
4.	Argile schisteuse, bitumineuse, brûlant avec une flamme jaune (Ichthyolithes)	0,01
5.	Calcaire argileux	0,30
6.	Argile schisteuse et bitumineuse	0,10
7.	Chaux carbonatée fibreuse, calcaire impur, roche argileuse bleue	0,20
8.	Argile schisteuse et bitumineuse	0,63
9.	Calcaire impur	0,52
10.	Grès feuilleté, argile bleue et argile schisteuse	2,44
11.	Argile schisteuse bitumineuse	0,45
12.	Chaux carbonatée fibreuse	0,02
13.	Argile schisteuse bitumineuse	0,40
14.	Calcaire impur	0,60
15.	Calcaire noir et sable	1,06
	Total	14,48

Les empreintes de plantes trouvées dans diverses couches étaient toujours très imparfaites.

M. Bell (1) a fait aussi connaître un autre poisson de cette localité, le *Dapedius Egertoni*, Syk., et des restes de reptiles plus voisins du *Teleosaurus* et des Crocodiles amphicœliens que des Gavials actuels (2).

Observations de M. Sankey.

De son côté, M. R. H. Sankey (3) a fait remarquer que l'âge de l'immense massif trappéen de l'Inde centrale dont nous avons parlé (*antè*, vol. III, p. 505-516) n'est pas connu, et que les dépôts lacustres que nous avons aussi mentionnés (*antè*, vol. II, p. 981-984) se trouvent partout compris entre deux assises de basalte. Ce que l'on voit encore aujourd'hui ne serait, suivant lui, que le reste d'un vaste dépôt fluviatile ou lacustre, s'étendant de Bombay à Rajamundry, ou d'une mer à l'autre, à travers toute la péninsule, puis de Medcondah, dans le centre de la province d'Hyderabad à Saugor, vers le nord du Bundelkund, c'est-à-dire dans un espace de 700 milles sur 500. Les environs de Nagpour, de Jubbulpour et les collines de Sichel sont les principaux points où ces couches ont été observées.

Dans ce même espace, les grès et les calcaires occupent de grandes

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. IX, p. 351, 1853.
(2) *Ibid.*, vol. VIII, p. 233, 1852.
(3) *Ibid.*, vol. X, p. 55, 1853.

étendues. Les premiers sont les roches diamantifères dont nous avons déjà dit quelques mots, les seconds sont caractérisés par des poissons de l'ère jurassique ; mais les relations exactes des uns et des autres avec les basaltes restent encore à déterminer. Le charbon, poursuit l'auteur, se montre à 5 milles au nord du village d'Oomrait (Umret), situé 15 milles à l'ouest de Chindawarra, sur le bord d'un ruisseau, à Chota-Burkoi. Les grès et les argiles qui accompagnent le combustible sont remplis de nombreuses empreintes de plantes (*Pecopteris*, *Glossopteris*, *Sphenopteris*, *Phillothecæ* et *Vertebrariæ*) telles qu'on les trouve dans le gisement de Burdwan, près de Calcutta (1). Au nord et à l'ouest de Kamptee, ces grès fossilifères atteignent une grande épaisseur. On les voit à 10 milles au sud de Nagpour. Dans la chaîne de Pachmurra, ils n'auraient pas moins de 800 mètres d'épaisseur et seraient continus avec le système des couches charbonneuses de Jubbulpour, etc., au nord, et avec celui de Baitool, au nord-ouest. On les suit même jusqu'à Hurdagur, 20 milles au sud ouest de Pachmurra, et l'auteur ne doute point qu'ils ne passent sous les trapps de Muttour pour venir se rattacher à ces mêmes bancs charbonneux d'Oomrait.

Mémoires de MM. Hislop et Hunter.

MM. S. Hislop et R. Hunter (2), qui, vers le même temps, ont écrit sur la géologie de cette partie centrale de l'Inde, établissent, comme leurs prédécesseurs, que le *substratum* de tout le pays de Nagpour est formé par le gneiss, les quartzites, les micaschistes et le granite sur lesquels reposent les grès, souvent interrompus, mais se retrouvant à de grandes distances. A Nagpour, ces derniers ne renferment pas de fossiles ; mais ceux, encore peu nombreux, qu'on y a trouvés sur d'autres points, ont été regardés comme ayant les caractères de la flore et de la faune jurassiques. Dans le voisinage même de la ville, le grès est recouvert par une puissante assise de trapp, dont une masse isolée constitue la montagne de Sitabaldi. Compacte à la base et celluleuse vers le haut, la roche ignée est recouverte de plaques minces de trapp noduleux. Entre les deux assises est un lit argileux ou siliceux rempli de coquilles d'eau douce et d'autres

(1) Voy. Royle, *Illustrations of the botany of the Himalayan mountains*, vol. II, pl. 2, 1839. Ce sont : les *Vertebraria indica*, *radiata*, *Tryzigia speciosa*, *Pecopteris Lindleyana*, *Glossopteris danæoides*.

(2) *On the geol. of the neighbourhood of Nagpour* (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. X, p. 470, 1854. — *Ibid.*, vol. XI, p. 345, avec carte, 1855).

fossiles. Par places, comme dans la plaine de Takli, il repose sur le grès secondaire; alors le trapp celluleux manque, et le trapp qui le recouvre, tantôt existe, tantôt manque aussi. Nous reviendrons ici un instant avec les auteurs sur un sujet que nous avons déjà traité, mais qui a reçu de leurs recherches des éclaircissements utiles à l'intelligence de la géologie de ce pays.

Après avoir mentionné le *regur* ou *terre noire à coton*, ils passent au *latérite* ou grès *latéritique*, dont l'épaisseur est quelquefois de 3 mètres, qui ne renferme point de fossiles, mais dans lequel on a recherché le diamant à l'est de Nagpour. Quant à la gangue originaire de cette pierre, MM. Hislop et Hunter font remarquer que ce n'est probablement point dans toute l'Inde le grès lui-même, mais, comme on l'a déjà vu, une brèche ou conglomérat qui le recouvre souvent, et quelquefois repose sans intermédiaire sur le calcaire ou sur le gneiss.

L'assise supérieure de trapp, de 5 à 6 mètres d'épaisseur, occupe une surface fort étendue. Le dépôt lacustre, de quelques centimètres jusqu'à 2 mètres au plus, est de couleur et de composition variées, siliceux ou argileux. La distribution des fossiles y est aussi très irrégulière. Son extension serait plus considérable encore que ne pensait M. Sankey, puisque sa présence aurait été constatée, d'une manière plus ou moins continue, sur 1050 milles en ligne droite de Rajmahal sur le Gange à Bombay, et sur 660 milles du nord au sud, aux environs de Padpangali à l'embouchure du Godavery.

Les fossiles provenant de cet immense dépôt lacustre sont de petits ossements, probablement de reptiles, de tortues d'eau douce, des écailles de poissons cycloïdes et ganoïdes, des insectes (à Takli), dont 10 espèces de coléoptères, une grande quantité de coquilles terrestres, fluviatiles et lacustres (Bulimes, Succinées, Physes, Mélanies, Paludines, Valvées, Lymnées, Mulettes), environ 50 espèces de graines et de fruits, 6 formes de feuilles de végétaux exogènes, 3 ou 4 d'endogènes, des tiges de l'une et l'autre classe, des racines et des graines de *chara*. Cette flore paraît avoir quelques rapports avec celle du *London clay*. A deux exceptions près, toutes les espèces de mollusques sont éteintes, et deux genres, Valvée et Physe, n'existent plus dans les plaines de l'Inde centrale et méridionale, tandis que les Planorbes et les Ampullaires actuellement si communs, manquent dans ce dépôt tertiaire dont l'âge reste encore incertain, malgré les recherches qui ont été faites sur tant de points depuis que nous en avons parlé (*antè*, vol. II, p. 981-84).

L'assise inférieure de trapp a 30 mètres d'épaisseur dans les collines de Sitabaldi, mais elle cesse vers Takli où la couche lacustre est au contact du grès. Dans tout le grand district de l'Inde centrale on ne trouve pas l'apparence d'un cratère, et il n'y a pas non plus un seul point où l'on ait encore pu constater que la matière de l'une ou l'autre nappe a surgi de dessous le sol. On n'observe aucune trace d'orifice, de cheminée ou de dyke indiquant un point d'éruption de l'intérieur. L'assise la plus élevée se serait étendue en coulant d'une localité fort éloignée, remplissant un grand lac ou plusieurs lacs anciens, et aurait ainsi formé de vastes plaines arides. D'ailleurs les deux émissions de roches trappéennes auraient eu lieu presque simultanément, suivant l'opinion des auteurs.

Les grès et les argiles secondaires, de caractères variables, se rattachent probablement à une seule et même grande formation, et peuvent être étudiés sur quatre points différents dans ce pays. Près de Nagpour même, le grès occupe une zone étroite, irrégulière, bordant la limite orientale de la grande région trappéenne sous laquelle il passe. Au sud, des lambeaux isolés semblent relier le grès précédent avec le vaste district arénacé de Chanda, au-dessus et au-dessous de la jonction de la Wardha et de la Pranheetah (Pranhita) jusqu'à Kotah, non loin du confluent de cette dernière avec le Godavery. A l'est de la ville on en remarque aussi des traces, au delà de la rivière Wein Ganga. Enfin, à 30 ou 40 milles au nord-ouest, une surface de grès considérable entoure les collines de de Mahadewa. Bien que les relations de ces divers lambeaux ne soient pas encore très rigoureusement établies, on peut cependant admettre la série générale suivante en allant de haut en bas.

1. Grès tendre, ferrugineux, quelquefois solide, avec lits de minerai de fer et fournissant des pierres à meules. Il renferme des fragments du grès sous-jacent, des débris de plantes et beaucoup de feuilles.
2. Grès argileux et grossier, avec de nombreux débris de plantes, de reptiles (sorte de batracien Labyrinthodon ou *Brachyops laticeps*), de Mangoli, 60 milles au sud Nagpour (1), des écailles de poissons lépidoïdes, des crustacés (*Estheria*), des fruits et des graines nombreuses non décrites, des feuilles, des conifères, des *Zamites*, des *Poacites* et des fougères (*Pecopteris*, *Glosso-*

---

(1) R. Owen, *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. X, p. 473, 1854 (à la p. 474 on a écrit *B. breviceps*). — *Ibid.*, vol. XI, p. 37, pl. 2, 1855.

pteris, *Tæniopteris*, *Cyclopteris*, *Sphenopteris*), des racines de plantes endogènes et exogènes, et parmi les plantes acrogènes des *Aphyllum? Equisetites*, *Phyllotheca*, *Vertebraria?* La puissance de ces deux étages, près de Nagpour, est d'environ 100 mètres. Dans les collines de Mahadewa on a vu que M. Sankey leur en assignait 800.

3. Argile schisteuse rouge de 15 mètres d'épaisseur et argile verte de 10. Les premières renferment à Korhali des empreintes de pas de reptiles, d'annélides et des *Phillotheca*.
4. Calcaires blancs et colorés, et marbres (dolomitiques) avec des cherts, d'une épaisseur d'au moins 30 mètres.

Dans l'Inde méridionale ils atteignent 100 mètres et reposent sur une autre série que nous verrons tout à l'heure désignée sous le nom de *Tara sandstone*.

Tous ces grès, ces argiles schisteuses, ces marbres et ces calcaires ordinaires sont extrêmement disloqués et souvent modifiés par les roches ignées. D'après les recherches de MM. Newbold, Malcolmson Bell, et les leurs, MM. Hislop et Hunter pensent que la position des argiles relativement aux calcaires est peu constante, et que toutes ces roches alternent à Kotah où les fossiles ont été trouvés. Leur position relative n'a rien d'absolu ; mais, l'exemple à peu près unique, cité par M. Bell, nous paraît à cet égard peu concluant dans cette dernière localité où les calcaires et les argiles schisteuses ont offert des *Lepidotus*, des *Æchmodus* associés à des restes de sauriens Téléosaures. D'après les caractères de ses fossiles, ce grand dépôt de grès serait d'origine lacustre, comme le bassin charbonneux du Bengale, et de la période jurassique inférieure.

M. M'Clelland (1) croyait encore en 1846 que ce dernier bassin appartenait au véritable terrain houiller ; mais plus tard (2) il admit comme jurassiques des argiles endurcies, blanc bleuâtre de Dubrajpore, et réunit les argiles, les grès et les lits de charbon de Burdwan, de Mussinia, de Kottycoon, des collines de Rajmahal, dans une série intermédiaire qu'il appela encore *terrain houiller* (*coal measure*), et qu'il plaça entre la prétendue oolithe inférieure précédente et des grès désignés comme étant l'*old-red sandstone*. MM. Hislop et Hunter, après avoir discuté la valeur des preuves paléophytologiques de l'auteur, font voir qu'elles sont insuffisantes pour mettre les dépôts en question dans le terrain

(1) *Report of a Committee*, etc., p. 138, Calcutta, 1846.
(2) *Geological Survey*, 1850.

de transition. D'un autre côté, M. Hooker, en commentant l'opinion de M. M'Clelland, qu'il croit être favorable à l'âge jurassique des couches de Burdwan, s'attache à démontrer, dans le premier volume de son ouvrage (1), qu'aucune déduction ne peut être tirée des plantes qu'elles renferment. Dans le second, on voit que, sans traiter particulièrement de cette localité, il reconnaît, dans les argiles charbonneuses de Punkabarree, des empreintes de fougères, de *Trizygia* et de *Vertebraria* caractéristiques des strates de Burdwan, quoique trop imparfaites encore pour autoriser aucune conclusion quant aux relations des deux localités (2). Le savant botaniste ajoute dans une note que ces diverses traces de fossiles ne suffisent pas non plus pour mettre ces dépôts en parallèle avec ceux des monts Sewalik. Néanmoins, leur composition, leur direction, leur inclinaison et leur position, par rapport à cette chaîne de collines, semblent le porter à regarder le tout comme du même âge, opinion que MM. Hislop et Hunter ont facilement combattue, car les couches de Punkabarree sont tertiaires et celles de Burdwan se trouvent immédiatement sous des grès, dont les fossiles, sans parler de ceux des couches charbonneuses elles-mêmes, ne sont certainement pas plus récents que l'ère jurassique. En résumé, les quatre assises que nous avons énumérées ci-dessus représenteraient les membres inférieurs de cette série, peut-être ceux qui s'étendent du grès supérieur de Scarborough au lias.

Dans un autre mémoire sur la connexion des couches à charbon d'Umret avec celles de Nagpour qui renferment des empreintes de plantes, et sur les relations des unes et des autres avec celles de Burdwan (3), M. Hislop a repris une partie des observations que nous avons déjà rapportées, et conclut, des nouvelles recherches faites dans le même pays, que la *formation jurassique lacustre* de l'Inde se compose comme il suit en allant de haut en bas:

---

(1) *Himalayan Journals*, 14 juin et 6 sept. 1854.—Voyez, sur les couches du bassin de Burdwan, un mémoire de M. Oldham, *Journ. asiat. Soc. of Bengal*, 1854, n° 6, p. 619.

(2) *Himalayan Journals*, vol. II, p. 403.

(3) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. XI, p. 555, 1855. Voyez aussi les recherches de M. A. Jacob dans la vallée de la Nerbuddah, mentionnées par le président de la Société géologique (*Anniversary address*, etc. *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, p. 101, 1856).

1. Série du grès supérieur (*Upper sandstone series, Panna sandstone* de M. Carter). Son épaisseur est de 7^{m},60 à Nagpour, de 608 mètres dans les montagnes de Mohadewa.
2. Série schisteuse (*Laminated series, Kattra shales* de M. Carter). De 100 mètres d'épaisseur aux environs de Nagpour, elle en atteint 600 dans le Bengale. Cette série comprend les étages 2, 3 et 4 du mémoire précédent de MM. Hislop et Hunter.
3. Série du grès inférieur (*Lower sandstein series, Tara sandstone* de M. Carter).

Résumé général de M. Carter.

Quoique le *Résumé de la géologie de l'Inde comprise entre le Gange, l'Indus et le cap Comorin* (1) ait été publié par M. H. J. Carter un peu avant les recherches dont nous avons parlé en dernier lieu, nous avons dû réserver l'examen de la partie de ce grand travail qui se rapporte à notre sujet actuel pour la fin de ce chapitre, parce qu'il renferme presque tout ce qui en a été dit jusqu'en 1853. Nous en avons cependant retranché autant que possible ce qui aurait pu faire double emploi avec les détails que nous avons déjà donnés.

M. Carter trouve, dans cette portion de l'Asie méridionale, des représentants de toute la série géologique de l'Europe, depuis la formation jurassique jusqu'à l'époque actuelle, avec les roches métamorphiques, et une grande quantité de produits ignés et volcaniques observés sur d'autres points du globe. Parmi ces roches, celles de la période jurassique semblent être les plus intéressantes à la fois sous le point de vue économique et sous celui de la science; car non-seulement elles renferment les mines de charbon de toute l'Inde, les minerais de fer, les calcaires lithographiques, les marbres blancs qui avec les grès rouges donnent les pierres de construction du pays, mais encore comprennent un conglomérat qui est le gisement habituel du diamant.

Avant d'entrer en matière, l'auteur rappelle un grand nombre d'observations de ses prédécesseurs, et parmi lesquelles nous citerons les suivantes qui se rattachent à des localités dont nous avons déjà parlé. Ainsi, M. Osborne a donné une coupe des environs de Bidjighur, à 155 milles à l'est de Lohargong sur la rivière Sone. Les couches plongent au N. comme dans le Bundelkund. Ce sont :

(1) *Summary of the geology of India*, etc. (*Journ. of the Bombay Branch of the r. asiat. Soc.*, janv. 1854). Mém. présenté au mois d'avril 1853.

1. Grès. 20, 23 à 213 mèt.
2. Argile avec pétrole.
3. Grès alternant avec des argiles schisteuses.
4. Schiste siliceux.
5. Sulfate de fer.
6. Calcaires de teintes diverses, compactes, quelquefois lithographiques.

Lorsqu'on suit les bords de la rivière jusqu'à Rhotasghur dans le zillah de Shahadabad, cette épaisseur de 213 mètres de grès augmente encore. D'après M. Sherwill, un des précipices qu'on observe dans l'enceinte du fort de Rhotas a 400 mètres de profondeur, et ses parois sont formées d'une masse de grès pur, sans offrir aucun arbre ni aucun buisson à sa surface. Le calcaire, dans l'escarpement oriental de ce plateau de grès, forme une couche continue depuis le pied de la forteresse jusqu'au village de Dowdand, situé à 30 milles au N. Dans la direction du N.-O., à 13 milles de distance, le même calcaire s'observe à 300 mètres au-dessous du sommet du plateau. La roche est d'une teinte foncée, à cassure conchoïde, donne des étincelles sous le choc du briquet, est à grain très fin, et ne renferme pas de fossiles. Les grès des escarpements (*ghauts*) qui conduisent au plateau du Bundelkund, près de Mirzapour, sont surmontés d'argile schisteuse, tandis que ceux de Bhotasghur reposent dessus. Si l'on se dirige à l'est en quittant la vallée de la Sone et les grès continus du Bundelkund, on trouve dans le zillah de Bahar des collines de granite couronnées de grès, et, à la limite du district de Monghyr, les pics granitiques s'élèvent au milieu des collines de quartz.

A 60 milles au sud du Gange ou de Soorajghurrah est le bassin charbonneux de Curhurbalee, dont nous avons déjà dit quelques mots. Il repose sur le grès que M. M'Clelland rapportait à l'*old red sandstone*. C'est l'un des plus considérables de cette partie de l'Inde, et, quoique l'on ne puisse encore établir sa relation avec les argiles également charbonneuses du Bundelkund, à travers le Bahar, ces dernières cependant peuvent être suivies des bords de la Sone à ceux de la Koyle à Palamow. Elles viennent se terminer à l'extrémité occidentale de la vallée de la Damoodah (Damada ou Dummodah) où ont été découverts la plupart de ces dépôts de combustible, non loin desquels aussi se trouve le gisement de Curhurbalee(1).

(1) M. Carter rappelle incidemment (p. 207) les couches d'argiles

M. Carter décrit ensuite sous le nom de *série oolithique* et en allant de bas en haut :

Grès de Tara (*Tara sandstone*).
Argiles de Kattra (*K. shales*). { Argiles schisteuses. Calcaire. Charbon.
Grès de Punna (Panna) (*Punna sandstone*).
Conglomérat diamantifère ?

La région occupée par ces dépôts et qui est la plus continue semble avoir été moins dérangée que les autres par les agents ignés. Elle s'étend de la limite orientale des trapps de Malwa près Saugor, jusqu'au dépôt alluvial des bords du Gange près de Mirzapour, et c'est dans cet espace que nous chercherons principalement à caractériser ces divisions.

ès de Tara.

Le nom de ce grès est emprunté au passage ou *ghaut* de Tara, qui conduit de là plaine du Gange à 10 milles au sud-ouest de Mirzapour, au sommet de la première chaîne de grès du Bundelkund. Cette route a été suivie par Franklin et Jacquemont, et le grès était, comme on l'a vu, du *new red sandstone* pour le second de ces voyageurs, et de l'*old red sandstone* pour M. M'Clelland. Le sommet du passage est à 300 mètres au-dessus de la vallée, et toute cette hauteur est formée de grès sans fossiles.

Au passage de Moodalaity, Newbold décrit ce grès inférieur comme schisteux, micacé, passant vers le bas à un grès massif, et vers le haut à des argiles schisteuses, blanches et rouges, tachées de vert par de la chlorite. Cet étage n'ayant pas été observé dans la province de Cutch, M. Carter suppose qu'il est resté au-dessous des affleurements du calcaire étudié par M. Grant. La simplicité de la composition des grès de Tara, l'absence de cristaux de feldspath rouge, sa position immédiatement sous les dépôts charbonneux et les argiles schisteuses, doivent le faire regarder comme représentant exactement celui que M. M'Clelland assimilait à l'*old red sandstone*.

---

charbonneuses signalées pour la première fois par Herbert, près de Nahn, à 40 milles à l'est-nord-est d'Umbala, dans la chaîne sous-himalayenne, puis les grès de la province de Silhet à l'est, et de la chaîne salifère de Lahore. Il y a évidemment confusion dans ces citations. Les deux premières régions sont tertiaires inférieures ou sous-nummulitiques ; dans la troisième, il y a un vrai terrain carbonifère (a)

(a) D'Archiac et J. Haime, *Description des animaux fossiles de l'Inde*, p. 172, 197, 1853.

Argile schisteuse de Kattra.

La désignation d'*argile schisteuse de Kattra* (ou Kuttrah) est prise du passage de ce nom, qui conduit du premier au second plateau du Bundelkund, où Franklin et Jacquemont virent le grès de Tara passer à des couches argileuses, à des calcaires sur le second plateau, et à une argile bitumineuse affleurant dans la vallée de la Bajin, où l'anthracite a été rencontré dans un puits de recherche. Ainsi les trois divisions de ce terme de la série jurassique existent dans cette province, quoiqu'on les trouve plus développées ailleurs. Elles représentent la *formation des schistes argileux* de Voisey, les *calcaires argileux* de Malcolmson, la *série feuilletée* ou *secondaire supérieure?* de Grant.

Les argiles schisteuses (*shales*) endurcies, d'épaisseur variable, de teintes diverses, tantôt calcarifères, tantôt bitumineuses, quartzeuses, micacées, talqueuses ou chloriteuses, passent au grès vers le haut et vers le bas, et même renferment des assises subordonnées de grès, comme à la cascade de la Ranj. Le charbon s'y rencontre par places avec du calcaire. Au nord d'Ellichpour, M. Bradley a trouvé des empreintes de diverses plantes, entre autres de fougères (*Pecopteris?*).

Les calcaires compactes, lithographiques, homogènes, solides, à cassure conchoïde, sont gris de fumée passant au gris bleu foncé; les bancs parallèles sont peu épais, et leurs surfaces couvertes de dendrites. Leurs caractères sont constants, et tous les observateurs s'accordent à cet égard. Dans la province de Cutch, près de Neemuch, dans le Bundelkund, sur les bords de la Sone, près de Bidjigurh et à Rhotasghur, à Firozabad sur la Bhima, à Kaludghee dans le sud du pays des Mahrattes, le long de la Kistnah et au sud jusqu'à Cuddapah dans la présidence de Madras, partout on les trouve offrant le même aspect. Quelquefois ils renferment des veines de jaspe et des cherts de teintes claires, des druses de quartz, de calcédoine et de cornaline. Les variétés argileuses sont souvent mélangées de chlorite. La stéatite d'un aspect crayeux, dit M. Sherwill, se trouve en lits minces dans la chaîne de Keymor et aux environs de Cuddapah, où elle passe à l'état compacte; elle rappelle la craie blanche de France, et est aussi taillée en crayons. Une petite colline détachée, au fort de Rhotasghur, est presque entièrement formée de cette substance (*pot-stone*) bleu foncée, qui, comme les petites veines et les bancs de serpentine des basses collines du zillah de Bahar, est probablement en relation avec les calcaires.

Ces derniers sont d'un blanc pur et traversés par de la chlorite schisteuse dans le lit de la Nerbuddah, entre Lamaita et Beragurh,

près de Jubbulpour (Franklin) ; ils sont grenus et cristallins, mélangés de stéatite rouge et blanche, à Khorari, 6 milles au nord de Sitabaldi, près de Nagpour (Jenkins). Sur beaucoup de points le calcaire constitue un marbre blanc, saccharoïde ou grenu, qui paraît être le résultat d'une action métamorphique. A Alwar, 60 milles au nord-est de Jaipore, Jacquemont signale des lits minces d'hémitrène noire alternant avec des couches verticales de quartz. A Bessona, la première ville du territoire de Jaipore, lorsqu'on vient d'Alwar, un marbre blanc saccharoïde renferme de l'amphibole verte et du talc disséminés. A Rajghur, 7 milles au nord de Nusserabad, le mica se joint à l'amphibole.

Partout les calcaires ont été plus ou moins dérangés et dénudés. Les trapps et les diorites paraissent être les principaux agents de leurs dislocations, car ils les accompagnent presque toujours, et sont à peu près les seules roches ignées en relation directe avec eux. Cependant ils reposent souvent aussi sur le granite qui semble les avoir plutôt soulevés que pénétrés, et, dans le sud du pays des Mahrattes, les schistes métamorphiques plus anciens ont été poussés à travers les bancs calcaires. A Kamari, près de Ramteek, dans les collines au nord-est de Nagpour, est le seul point connu où le calcaire soit enveloppé par le granite (Jenkins et Malcolmson).

Dans l'Inde méridionale, le calcaire n'est pas toujours recouvert de grès et d'argile schisteuse comme au nord, et il est alors surmonté par le trapp, comme près de Ferozabad sur la Bhima (Meadows Taylor). On a vu que Newbold attribuait à ce calcaire 100 mètres d'épaisseur au passage de Moodalaity, près de Kurnool. Il n'en a que 3 à 10, suivant M. Meadows Taylor, sur la Bhima. La colline de grès au nord d'Ellichpore est recouverte d'une assise calcaire de 2 mètres d'épaisseur (Bradley). Les grottes de Bahar, à 40 ou 50 milles au nord-ouest de Rhotas, sont ouvertes dans des calcaires (Sherwill).

La galène y a été rencontrée accidentellement à Cuddapah, d'après Newbold, et, d'après Voisey, il y aurait dans les collines, au sud de cette ville, de petites veines plombifères, courant E.-O., comme dans les calcaires métamorphiques de Tinnevelly et de Ceylan. M. Franklin cite à Nagound (Bundelkund), dans le lit de l'Omeron, où affleurent les couches calcaires inférieures et moyennes, des fragments de bois fossiles, des tiges de fougères et des coquilles indéterminables. Le docteur Hardie, en décrivant les calcaires de Neemuch, y indique de nombreuses traces de débris organiques, mais dont on ne peut rien conclure ; aussi, dit M. Carter (p. 214),

l'âge de ces calcaires ne peut-il être déterminé par ses fossiles, même dans la province de Cutch, où il y en a tant dans les argiles. Mais leur relation avec ces derniers ne permettant pas de les en séparer, non plus que des grès supérieurs, on peut, sans commettre d'erreur grave, placer le tout dans la formation jurassique.

Après s'être attaché à démontrer les relations ou le synchronisme des argiles charbonneuses et bitumineuses du Bundelkund avec les dépôts de charbon plus développés à l'ouest de l'Hoogly et du Gange, et après les avoir aussi rangés dans la même formation, l'auteur passe à l'examen plus détaillé de ces derniers.

(P. 219.) *Les dépôts charbonneux jurassiques du Bengal, situés à l'ouest de l'Hoogli et du Gange*, composés de charbon, d'argiles schisteuses et de grès, paraissent être dépourvus de calcaire. Ils semblent occuper surtout les dépressions des roches métamorphiques et granitiques qui constituent le sol de cette partie de l'Inde. Ils affleurent sur les bords ou dans le lit des cours d'eau qui les traversent, où encore dans les escarpements dus aux soulèvements des roches sur lesquelles ils ont été formés, et peut-être les trapps ont-ils été les agents les plus puissants de ces mêmes soulèvements.

Le charbon forme des lits de quelques centimètres, à 3 mètres et 3^m,50 d'épaisseur, alternant avec des argiles schisteuses noires ou d'un bleu foncé plus ou moins intense. On n'observe aucun ordre constant, soit dans l'épaisseur relative des bancs, soit dans leur succession. Le charbon se rencontre aussi bien entre deux bancs argileux qu'entre deux bancs de grès, ou entre l'argile et le grès. Le développement de ceux-ci est très variable, mais les grès sont beaucoup plus puissants que les argiles. Le charbon affleure quelquefois à la surface du sol, sans doute par suite de la dénudation des couches qui le recouvraient.

Dans une des exploitations de Palamow, 60 mètres de grès surmontaient le premier lit d'argile et de charbon de 2 mètres d'épaisseur, qui fut atteint, et auquel succéda 10 mètres de grès avant qu'on arrivât à une nouvelle couche argileuse. Les exploitations environnantes de Singra, de China Coory, montrent toujours une grande prédominance des grès sur les autres roches. La coupe du gisement de Curhurbalce montre, suivant M. M'Clelland, une assise de 243 mètres de grès micacé à grain fin, ou à gros grain avec des conglomérats placés entre les strates argileux et charbonneux supérieurs et inférieurs.

Toute la série des dépôts dont nous parlons est résumée dans la

coupe suivante, dont les couches plongent vers le centre du bassin, sous des angles qui varient de 4° à 12°. La proportion relative de chaque terme de la série, par rapport à l'épaisseur de la masse totale, est comme il suit :

	m
1. Argiles schisteuses, sableuses, composant les assises supérieures	152,50
2. Grès et conglomérats	517
3. Charbon distribué dans 20 lits et d'une épaisseur totale de	28
4. Argile bitumineuse divisée en 44 lits	16,50
5. Argile et minerai de fer	5
Total	719,00

Aucun banc calcaire n'a été rencontré dans cette puissante série, qui n'a point offert non plus de débris organiques. On a quelquefois signalé dans ces lits de charbon une structure en sphéroïdes. Ces nodules, ordinairement de la grosseur d'un boulet de canon, ont jusqu'à 0m,50 de diamètre. Les couches successives qui paraissent être concentriques, seraient, suivant M. Piddington, composées de prismes rhomboïdaux obliques.

Les points extrêmes où les dépôts charbonneux ont été signalés jusqu'à présent, continue M. Carter (p. 223), dans la région de l'Inde dont nous nous occupons, et en comprenant la portion angulaire au delà de Delhi et de Ferozepore, sont : le confluent du Godavery et de la Pranheeta au sud, par 19° lat., et Nahn, dans la chaîne sous-himalayenne, par 30°,30″ lat. N. (1) ; Cutch, Bhooj à l'ouest, et Burdwan à l'est. A l'exception des extrémités nord et sud, la plupart des localités où le charbon a été constaté se trouvent entre le 20° et le 25° ; et dans cette espace le plus grand développement des dépôts paraît être à l'est. Dans les districts de Burdwan et de Birbhoom, de Monghyr, de Ramghur et de Palamow, leur épaisseur est inverse de celle des grès supérieurs et inférieurs, ainsi que de celle des calcaires qui sont à peine reconnaissables, surtout dans le premier de ces bassins où le charbon semble reposer sur les roches granitiques ou métamorphiques. Par suite de nouvelles recherches, le charbon pourra sans doute être reconnu sur beaucoup d'autres points entre le Bengale et le Bahar, au nord et à l'est, et dans les districts d'Orissa et de Berar, au sud et à l'ouest.

(1) Voyez pour cette localité *antè*, p. 643-44, *nota*.

(P. 227.) Après avoir rappelé les plantes fossiles qu'a citées M. Grant dans les grès et les argiles, avec le charbon de Cutch, et celles que signale M. M'Clelland (1) dans les couches de Burdwan, M. Carter déduit, de leur comparaison et de leur distribution, que 4 genres (*Zamia, Tæniopteris, Fucoides, Pecopteris*) comprennent 20 espèces qui ont leurs analogues dans le groupe oolithique inférieur et 11 dans la formation houillère. Des 8 genres représentés dans les dépôts charbonneux de l'Inde, 4 sont communs au système carbonifère de l'Europe (*Sphenophyllum, Poacites, Calamites, Pecopteris*). Il faut ajouter à ces plantes les *Vertebraria indica* et *radiata* de Burdwan, les *Glossopteris Browniana* et *angustifolia* des mines de Raniguuge, près de Rajmahal, et les restes d'animaux vertébrés dont nous avons parlé.

Grès de Panna

L'expression de *grès de Panna* est dérivée de la ville de ce nom (2), dans le Bundelkund, au-dessus de laquelle s'élève une chaîne de collines appelée par M. Franklin *Panna hills* ou *seconde chaîne*, mais que Jacquemont a prouvé être la *troisième*. C'est le *grès diamantifère* de Malcolmson, et la *partie supérieure de la formation d'argile schisteuse* de Voisey, que nous avons déjà décrits d'après ces voyageurs. M. Sherwill a observé les mêmes roches au pied de la montagne de Sasseram, dans le zillah de Shahabad, laquelle forme l'extrémité d'un contre-fort du versant nord de la chaîne de grès de Keymore. Ce sont encore les grès de Panna, reposant sur les argiles schisteuses de Kattra, avec les calcaires qui affleurent à Rhotasghur. La structure concentrique qu'on remarque dans les grès de ces diverses localités et les formes particulières qui en résultent ont été étudiées par le même géologue.

La plus grande épaisseur connue des grès de Panna se trouve dans la partie orientale de la chaîne de Keymore, prolongement de celle de Vindhya, et dans la partie nord-est de la région de grès du Bundelkund. Ici, près de Bidjighur, le long de la Sone, suivant M. Osborne, cette épaisseur est de 212 mètres. A Rhotasghur, dans le zillah de Shahabad, d'après M. Sherwill, elle est de 400 mètres, et partout ailleurs elle serait beaucoup moindre. Sa plus grande altitude, qui est sur les bords de la Kistnah, atteint 912 mètres (Malcolmson), tandis que dans les plaines de la Carnatic, et dans

---

(1) *Report geol. Survey of India for the season*, 1848-49.

(2) M. Carter écrit *Punna ;* nous avons conservé l'orthographe adoptée par les auteurs précédents et sur la plupart des cartes.

les provinces qu'arrosent la Penaär ces couches s'élèvent à peine au-dessus du niveau de la mer.

Souvent la partie supérieure des grès de Panna est à l'état de quartzite, divisé par de grandes fentes. Dans les collines ou montagnes qu'il forme avec les argiles schisteuses, l'escarpement abrupte du sommet repose sur un plan incliné composé de ces mêmes argiles. Le plateau est horizontal ou bordé de rochers de formes bizarres, simulant de vieilles murailles démantelées.

Le grès de Panna a participé, comme le reste de la série, aux dislocations occasionnées par les roches ignées ou pyrogènes, mais on n'y observe aucun dyke trappéen. A quelques milles au nord de Nagpour, M. Malcolmson signale des bancs de grès rouge brisés et changés en quartzite compacte au contact du granite. Sur d'autres points, plusieurs voyageurs ont cité aussi, sous divers noms, des roches qui ne seraient que le grès de Panna plus ou moins modifié par les mêmes agents.

Nous avons déjà parlé du grand développement de ce grès dans toute l'Inde, au sud du Gange; il serait donc superflu d'y revenir ici; mais il ne nous semble pas démontré, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer, que les grès de la région sous-himalayenne qu'on y rapporte en fassent également partie. Toutes les villes situées sur la Jumna, depuis son confluent avec le Gange jusqu'à Delhi, sont construites avec ce grès, et parmi leurs édifices on doit citer le Taj-Mahal, revêtu de beaux calcaires blancs métamorphiques provenant probablement encore de cette série. Enfin, les recherches de MM. Hislop et Hunter ont fait connaître les plantes fossiles de cet étage et quelques débris animaux que nous avons aussi rappelés précédemment.

Calcaire de Baugh.

(P. 237.) Un calcaire fossilifère, employé dans les monuments de la fameuse cité de Mandoo, dans la chaîne de Vindhya, à 160 milles de la Nerbuddah, diffère de tous ceux que l'on connaît dans l'Inde. Il est de teintes rouge et jaune, mélangées de blanc; sa texture est grossière ou compacte. Il est presque exclusivement formé de petits polypiers branchus, sans autre corps organisés reconnaissables ni même de foraminifères, et mélangés d'oxyde de fer. Jacquemont, qui a parlé de ce calcaire, n'a pu en trouver le gisement. M. Dangerfield, en allant de la province de Malwa dans le Guzerate, rapporte qu'à partir de Tirrella jusqu'à Para, l'espace de 40 milles, règnent les trapps auxquels succèdent les grès grossiers et les calcaires, avec d'énormes bancs de quartzite, de grès siliceux et de conglomérat.

Les calcaires sont généralement grossiers, terreux par places, d'un rouge brique foncé, mêlé de blanc, et renferment souvent beaucoup de silex. Ce calcaire, identique avec celui des édifices de Mandoo, paraît former deux petites bandes : l'une, sur le grès près de Baugh, et l'autre, sur le calcaire près de Sadree. La première est à 32 milles à l'ouest de Mandoo, et il paraît y exister d'anciennes carrières ; la seconde est à 20 milles à l'ouest de Neemuch. M. Carter les range provisoirement l'une et l'autre dans la formation jurassique.

Conglomérat diamantifère

(P. 238.) Il en est de même de la brèche ou mieux du *conglomérat diamantifère*, quoique l'auteur ne l'indique pas d'une manière formelle au commencement de sa description de la série oolithique (p. 203). La roche, comme on l'a déjà vu, renferme des cailloux de quartz, de jaspe, de lydienne, d'épidote, de minerai de fer micacé, des grenats, des corindons, etc., suivant les localités, et mélangés avec des fragments à demi-roulés et anguleux de grès et d'argile schisteuse, enveloppés dans un sable quartzeux plus ou moins consolidé. Les premiers éléments proviennent sans doute des parties les plus résistantes des roches métamorphiques anciennes et des roches ignées, apportées de loin, ou qui ont été soumises à des frottements pendant leur trajet, les seconds, de débris des roches jurassiques, et dont les formes anguleuses et fragmentaires attestent une origine plus récente et un moindre transport. C'est dans ce conglomérat que sont disséminés plus particulièrement les diamants de l'Inde.

D'après les coupes que nous avons déjà mentionnées, on voit qu'il y a des assises distinctes au-dessus des grès de Panna, qui, comme les argiles de Kattra se sont formées dans des eaux tranquilles ou peu agitées, tandis qu'il ne devait pas en être de même de celles où s'est déposé le conglomérat diamantifère. Les matériaux provenant des couches jurassiques, et trouvés dans ce dernier, prouvent assez, indépendamment de sa position stratigraphique, qu'il est plus récent que celles-ci. Le docteur Heyne (1), à qui l'on doit une excellente description des mines de diamant de l'Inde méridionale, a fait voir que ce conglomérat couronne les chaînes de collines des environs de Cuddapah, dont la plus élevée atteint 300 mètres au-dessus de la plaine. Son épaisseur est de 3 à 6 mètres. Sur d'autres points, comme aux environs de Chittledroog et d'Hurryhur, existe aussi cette couche supérieure. Partout où le diamant a été rencontré, continue l'auteur, c'était dans des alluvions

(1) *Tracts historical and statistical on India*, 1814.

ou dans des dépôts très récents, et renfermant une si grande quantité de cailloux arrondis, qu'ils ont plutôt les caractères d'un conglomérat que de toute autre roche. Dans les mines d'Ovalumpilly, à 6 milles de Cuddapah, la surface du sol est sableuse, puis viennent au-dessous une argile rouge de trois pieds et le conglomérat à diamants. Dans le district de l'Ellore (1), celui-ci de 0m,60 à 1 mètre d'épaisseur, est recouvert d'une puissante assise de trapp calcarifère (2).

Enfin, M. Carter déduit de tous ces faits (p. 332) que, sans chercher à préciser l'état et la position des roches ignées et métamorphiques antérieures à la période jurassique, les dépôts de celle-ci, qui semblent renfermer les couches de charbon, ont été formés par des rivières venant du nord. Les sédiments marins caractérisés par leurs fossiles à l'extrémité méridionale de l'Inde (ce n'est ici qu'une simple présomption sans preuves) et ceux de Cutch, indiqueraient les bords de ce delta ou la limite des eaux salées pendant ce temps. Ce même delta, c'est-à-dire la plus grande partie de l'Inde actuelle, aurait été porté au-dessus du niveau de la mer avant le commencement de l'ère nummulitique, tandis que ses extrémités est et ouest, s'étendant d'une part jusqu'à l'Himalaya, et de l'autre dans la direction du Sinde et du Béloutschistan, demeurèrent encore sous les eaux. Les couches nummulitiques qui constituent des collines basses au pied de l'Himalaya, la chaîne d'Hala dans le Sinde, etc. (3), furent déposées, puis élevées au-dessus de la mer, laissant de chaque côté un golfe qu'indiquent aujourd'hui le cours du Gange et celui de l'Indus. Dans ces golfes se déposè-

---

(1) Cette ville située au nord de Masulipatan, entre le Godavery et la Kistnah, ne doit pas être confondue avec celle du même nom, dans la province d'Aurengabad, et qui est si célèbre par ses monuments antiques (*antè*, vol. III, p. 509).

(2) M. Carter (p. 246, 248 et tableau, p. 334) mentionne comme jurassiques ou oolithiques certaines couches des environs de Pondicherry, d'après une simple phrase de Ed. Forbes dans son mémoire sur les fossiles recueillies par MM. Kay de Cunliffe (p. 168), et une assertion de M. Royle ; mais ni l'une ni l'autre de ces données n'est suffisante pour qu'on en puisse conclure un fait aussi positif.

(3) M. Carter parle de dépôts crétacés dans cette même région, sans doute par inadvertance, car c'est un des faits les mieux constatés que l'absence des sédiments de cette période dans tout le nord et l'ouest de l'Inde, et lui-même n'en mentionne aucune trace en traitant ce sujet (p. 244).

rent les autres couches tertiaires émergées à leur tour, et enfin les accumulations quaternaires (1).

Relativement aux éruptions trappéennes, s'il était prouvé que des couches charbonneuses reposent sur les roches ignées comme le croit M. M'Clelland, dans les montagnes de Rajmahal, ces éruptions se seraient alors produites depuis le commencement de la période jurassique jusqu'à celle du terrain tertiaire supérieur. Le conglomérat diamantifère pourrait être postérieur au commencement de ces éruptions, puisqu'il repose sur la série jurassique.

Cartes géologiques générales.

On a vu que M. M'Clelland dans son rapport de 1840 avait donné une esquisse géologique d'une grande partie de l'Inde, et il est probable que si la carrière de Newbold n'eût pas été si malheureusement interrompue, on lui eût été redevable d'un travail plus complet, que personne n'était plus à même que lui de bien exécuter. G. B. Greenough a tenté de remplir cette lacune importante, par son *Esquisse générale des caractères physiques et géologiques de l'Inde britannique* (2), travail utile, sans doute, mais beaucoup au-dessous de ce qu'on pouvait attendre de l'auteur de la *Carte géologique d'Angleterre*, qui eut un succès si mérité et servit pendant vingt ans de modèle pour toutes les cartes géologiques de l'Europe. L'examen de cette carte de l'Inde résumera naturellement ce que nous avons dit de la distribution des dépôts de l'ère jurassique dans cette partie de l'Asie.

Sous la seule désignation de *jurassique*, Greenough a colorié d'une teinte *jaune d'ocre* intense une portion de la côte septentrionale de la presqu'île de Cutch qui borde le Runn, quelques lambeaux de la presqu'île de Balasir, et les petites îles de Khureer et du Puchum, situées au milieu du Runn. A partir de Kurrachee, au nord de l'embouchure actuelle de la Pittee, une large bande de la même teinte remonte au nord dans le Béloutchistan, limitée à l'est par la zone tertiaire inférieure ou nummulitique, jusqu'au delà de Caboul dans l'Afghanistan, où elle se termine à la plaine de Beghram, par 35° lat. N., entourée de roches schisteuses cristallines ou granitiques. Les terrains qui, à l'ouest, limitent cette bande continue de 10 degrés de longueur, sont inconnus.

---

(1) Il est singulier que M. Carter, qui n'ignorait sans doute pas la disposition des couches des collines Sewalik, ne rattache pas leur soulèvement à quelqu'une des idées théoriques qu'il émet ici.

(2) *General Sketch*, etc. En 9 feuilles, sans date, ni indication d'échelle et de lieu de publication, 1854 ?

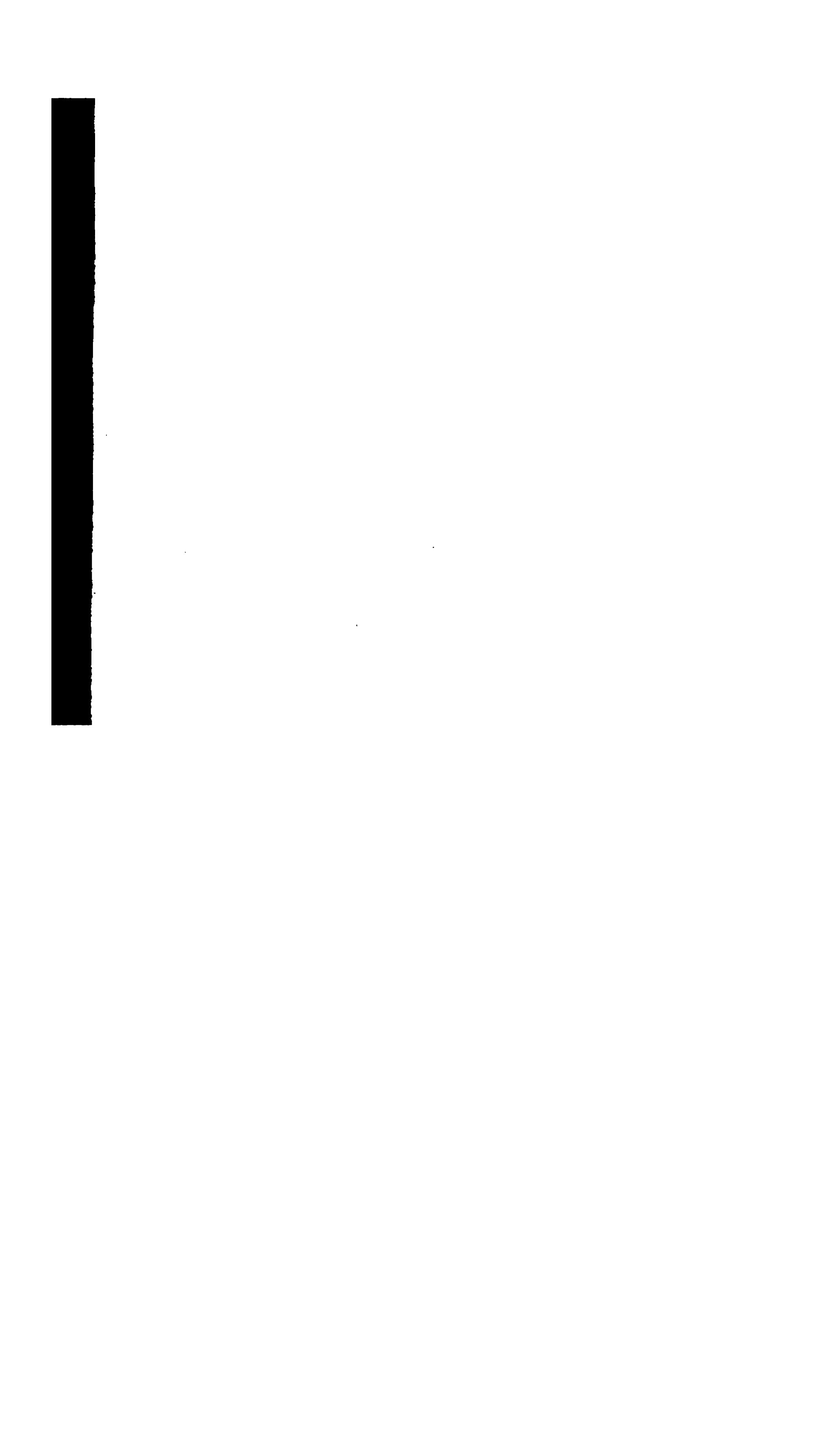
Au delà de l'axe principal de l'Himalaya, au point où le Setledge cesse de couler au N.-O., pour descendre au S.-O., à travers le rempart méridional de la chaîne, commence un massif jurassique qui se réduit bientôt à une bande plus ou moins étroite dirigée au S.-E. d'abord parallèlement au cours supérieur de la rivière et qui paraît ensuite se prolonger au delà dans la même direction, mais d'une manière discontinue, représentée par des lambeaux isolés plus ou moins nombreux à la surface du gneiss et des schistes cristallins. Dans sa portion nord-ouest ou continue, la zone est limitée au nord par le terrain tertiaire inférieur dans lequel est creusé le lit du Setledge, au sud par des roches siluriennes appuyées elles-mêmes contre les schistes argileux et talqueux. Cette distribution est celle qui résulte des recherches de M. Strachey dont nous avons parlé.

D'après ce qui précède, on voit que les dépôts représentés sur la carte de Greenough par la teinte *jaune d'ocre* sont ceux que nous avons décrits sous la désignation de *région du nord* et *de l'ouest*, et qui sont essentiellement *marins*. Ceux que nous avons compris sous la dénomination de *région centrale ou d'eau douce* sont représentés sur cette carte par deux teintes : l'une *gris bleu*, indiquant ce que l'auteur appelle, nous ne savons pourquoi, *calcaires diamantifères*, l'autre *jaune de Sienne*, à peine distincte du *jaune jurassique*, représentant les *grès diamantifères*. Ces deux teintes occupent des portions considérables de l'Inde méridionale, depuis les massifs qui limitent au sud les bassins du Gange et de l'Indus, jusqu'aux affluents du cours supérieur de la Kistnah et au cours moyen du Pennayr. Elles forment des bandes qui accompagnent les contours des roches cristallines ou des roches trappéennes, et quelquefois constituent à elles seules des massifs isolés.

Il serait peu instructif de suivre la distribution de ces deux teintes dans cet espace, parce qu'il y a certainement, quand on la compare avec les travaux dont nous avons essayé d'exposer les principaux résultats, des contradictions fondamentales. Ainsi tous les voyageurs sont d'accord pour regarder les gisements du diamant comme plus récents que les calcaires qui n'en ont jamais offert; or, ces gisements sont tous dans des conglomérats, et les grès proprement dits, soit inférieurs soit supérieurs au calcaire, n'en renferment pas. Ces deux dénominations de *calcaire diamantifère* et de *grès diamantifère* sont donc fausses, et les rapports déduits de la répartition des deux teintes qui représentent ces divisions ne peuvent que jeter une nouvelle confusion sur un

sujet dans lequel nous avons dû multiplier d'autant plus les détails, que les vues d'ensemble et les grands horizons géologiques étaient plus difficiles à saisir.

Mais, si l'on fait la part des circonstances locales qui s'opposaient souvent à une coordination satisfaisante des données acquises jusqu'à présent, on reconnaîtra que, sauf les déductions théoriques qui devaient toujours rester un peu vagues, si elles n'étaient complétement erronées, les nombreux observateurs qui depuis vingt-cinq ans ont sillonné l'Inde en tous sens, n'en ont pas moins été presque toujours d'accord sur les points essentiels, c'est-à-dire sur les caractères généraux et les relations stratigraphiques des principaux systèmes de couches, tels que nous les avons exposés.



CHAPITRE XIII.

FORMATION JURASSIQUE DE L'AFRIQUE.

§ 1. — Afrique septentrionale.

Les détails que nous avons donnés sur les dépôts tertiaires et crétacés du nord de l'Afrique, depuis les côtes de la Mer-Rouge jusqu'à celles du Maroc, ont permis de juger, malgré les lacunes qui existent encore dans nos connaissances, du grand développement qu'ils ont acquis dans cette portion sud du périmètre méditerranéen (voyez *antè*, vol. II, p. 997-1011, — III, p. 203-213, — V, p. 423-482).

Les dépôts jurassiques, autant que nous en pouvons juger, sont loin d'y avoir la même importance. Nous ne les signalerons encore avec exactitude que dans l'Algérie et dans la partie nord de l'empire de Maroc qui a été explorée. Nous ferons donc abstraction de toute la partie orientale de ce même continent, jusque y compris le territoire de la régence de Tunis, et nous commencerons par les possessions françaises qui confinent à cette dernière (1).

Province de Constantine.

Dans la petite île de la Galite, située au nord de la Calle, M. Renou (2) décrit des calcaires compactes noirs, sonores, à grain très fin, des grès, également à grain fin, des marnes micacées et sa-

(1) Suivant les déterminations de M. Rivière, MM. Ferret et Galinier (*a*) auraient observé, aux environs de Tchelicot et d'Antalo, des roches jurassiques qui se continueraient à l'E.-S.-E. dans le Choa. Ce sont particulièrement des calcaires, des marnes, des calcaires siliceux et des grès avec des fossiles, mais dont nous ne trouvons cités que les genres Isocarde, Buccarde, Modiole et Pleuromye, sans aucun nom spécifique. Nous ne pouvons donc avec de pareils documents admettre l'assertion positive que *ces dépôts appartiennent principalement au lias et aux couches inférieures du calcaire oolithique inférieur*. La coupe du ravin de Tchelicot montre ce système de couches compris entre deux masses de basalte.

(2) *Exploration scientifique de l'Algérie. Géologie*, p. 61, in-f°, avec carte et coupes, 1848.

(*a*) *Voyage en Abyssinie, dans les provinces du Tigré, du Samen et d'Almara*, vol. III, p. 54, avec Atlas, 1847-48. — Voy. aussi : *Bull.*, 2e sér., vol. VII, p. 238, 1850.

bleuses, le tout en strates verticaux, courant N.-O., S.-E., et occupant à peu près les deux tiers de sa surface. Ces roches, que l'auteur suppose pouvoir être jurassiques, sans qu'il y cite cependant aucun fossile, sont limitées par des diorites et des mélaphyres qui forment les autres extrémités de l'île.

Le massif montagneux qui borde la côte aux environs de Bougie, le mont Gouraia, allongé à peu près de l'E. à l'O., est formé, dit le même géologue (p. 64), de couches épaisses, presque verticales, de calcaires compactes, gris ou noirs, avec quelques rares fossiles (baguettes de *Cidaris*, Crinoïdes, Bélemnites, *Terebratula lacunosa*), et qui semblent appartenir à la formation jurassique supérieure. Les montagnes du Jurjura (Djerjera), de l'Afroun d'Ak'fâd'ou et de la chaîne de Babour sont très probablement composées de calcaires compactes jurassiques et crétacés.

Sur la route de Constantine à Biskra, M. H. Fournel (1) recueillit peu après, de chaque côté de l'Ouad Fed'ala, des échantillons de la *Plicatula pectinoides*, qui, étudiés par M. Bayle, ont pu faire admettre l'existence sur ce point des marnes et calcaires à Bélemnites ou deuxième étage du lias (p. 379). Les couches plongent au S. sous un angle de 45° et succèdent régulièrement à celles dans lesquelles l'auteur avait rencontré des fossiles crétacés.

M. Coquand (2) a publié sur cette même province des observations auxquelles nous emprunterons quelques détails qui se rapportent aux quatre localités principales où il a constaté les dépôts dont nous parlons. Au Djebel-sidi-Cheikh-ben-Rohou, dans la vallée de Safsaf, sur la route de Constantine à Philippeville, des calcaires compactes se redressent verticalement, d'une part, au-dessus des roches argileuses nummulitiques, de l'autre, au-dessus des assises du trias, dans le voisinage du col de Kentouru. L'épaisseur de ces calcaires dépasse 150 mètres. Ils sont d'un blanc sale, saccharoïdes, à grain fin, pénétrés de veinules de calcaire spathique. Ils deviennent bréchiformes avec des fragments anguleux de diverses teintes, et des bancs épais de calcaire noir, compacte, leur succèdent. Ces derniers alternent avec des lits minces de marnes argileuses, renfermant des fossiles à la partie supérieure

---

(1) *Richesse minérale de l'Algérie*, vol. I, p. 298, atlas, pl. 16, fig. 2, 1849.

(2) *Bull.*, 2e sér., vol. IX, p. 340, 1852. — *Mém. Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. V, p. 60, 1854, avec pl.

ou au contact des couches tertiaires nummulitiques (*Belemnites acutus*, Mill., *Ammonites kridion*, Hehl, *Pecten Hehlii*, d'Orb. (*P. glaber*, Hehl), *Pentacrinus tuberculatus*, Mill.). Les articulations de Pentacrines, qui abondent surtout dans les bancs compactes, en font un véritable *calcaire à Entroques*. Ces fossiles semblent autoriser à placer ce système de couches dans le troisième étage du lias, comme l'indique M. Coquand ; mais il n'est pas exact d'ajouter que l'*Ammonites planicosta* a été signalé par M. Renou aux environs de Bougie ; c'est au contraire près de Saïda, dans la province d'Oran, comme M. Coquand l'a d'ailleurs rappelé lui-même quelques pages auparavant. Les Toumiettes et le Djebel-Msouna sont composés des mêmes roches jurassiques que les montagnes précédentes.

Dans la seconde localité, au Djebel Filfilah, on observe encore des relations semblables entre les roches rapportées au trias et celles de la période jurassique. Aux argiles et aux quartzites de la base du massif, succèdent des assises puissantes de calcaire formant le sommet de la montagne. Elles sont sans fossiles, blanches et saccharoïdes comme les calcaires de Carrare. Des carrières y ont été ouvertes par les Romains, et beaucoup de colonnes à moitié taillées, des blocs ébauchés gisant encore çà et là, attestent l'ancienne activité de l'exploitation. La carrière principale est située à l'ouest du sommet de la montagne, au centre de la courbe qu'il décrit. A partir de ce point, à 700 mètres d'altitude, un bombement elliptique à double pente est dirigé E., O. Des filons de fer hydraté, avec du quartz renfermant de l'épidote, se trouvent entre les calcaires précédents et les schistes. Le marbre statuaire de cette localité est à grain très fin, pur, d'un éclat vif et miroitant. A sa base est un marbre rubanné, gris ou verdâtre, qui rappelle le marbre bleu turquin ou *bardiglio fiorito* de Seravezza. Il se charge à sa partie inférieure de talc en paillettes, et passe à un marbre cipolin que les Romains ont aussi exploité pour des fûts de colonne. De distance en distance, des lits de schistes endurcis brunâtres séparent les bancs calcaires. Cet ensemble de strates se continue à travers les tribus des Guerbes, des Beni-Merouan, les Djendel et les Ouled-Radjeta jusqu'au Djebel-Chbebik, qui ferme la vallée de l'Ouad-Mouger, du côté de la plaine du lac de Fetzara. Des Bélemnites y ont été rencontrées dans un calcaire rosâtre, avec des silex pyromaques.

M. Coquand décrit ensuite d'une manière très pittoresque le massif du Djebel-Taïa, qui s'élève à 1200 mètres d'altitude, à 50 kilomètres au sud de Philippeville, entre Ghelma et Constantine. Cette

montagne forme une crête calcaire abrupte, couronnée de pics dentelés, et dirigée E.-O. Les calcaires néocomiens sont de chaque côté adossés à sa base, et leur discordance complète empêche de regarder les assises compactes de la crête comme en faisant partie. Le mauvais état des fossiles rencontrés dans ces derniers ne permet pas encore d'assigner leur âge d'une manière rigoureuse, mais on peut présumer qu'ils représentent divers systèmes de couches, depuis le coral-rag jusqu'au Portland-stone. Ils jouent, dans l'orographie des chaînes qui s'étendent vers l'O., un rôle important, et la connaissance que nous aurons sans doute bientôt de la Kabylie et du Jurjura fera cesser les incertitudes qui règnent encore sur leur véritable horizon.

La montagne connue sous le nom de Sidi-Rgheïs, située au sud-est de Constantine, à peu près à mi-chemin de Tebessa, s'élève à 1628 mètres. Elle est complétement isolée dans la partie de la plaine des Harectas, qu'occupe au nord-ouest le Djebel-Saïd, élevé de 871 mètres à peu près comme le plateau environnant. Les roches néocomiennes viennent s'appuyer contre les calcaires redressés du Sidi-Rgheïs, absolument comme autour du Djebel-Taïa. Cette montagne, que, d'après les observations de M. Renou et de M. Fournel, nous avons décrite (*antè*, vol. V, p. 454) comme appartenant au second étage néocomien, serait jurassique pour M. Coquand qui rapporte à la *Diceras arietina* le fossile que ses prédécesseurs croyaient être la *Caprotina ammonia*. Au-dessus de ces calcaires grisâtres ou noirâtres, on trouve, en descendant vers le ruisseau, des marnes verdâtres et bleuâtres, épaisses, avec *Belemnites Sauvanausus*, d'Orb., *Ammonites pliactilis*, Sow., *tatricus*, Pusch, et des Térébratules lisses. Des bancs de calcaire marneux y sont subordonnés ; ils se divisent en ovoïdes aplatis, et toute la masse est traversée en divers sens par des veinules de chaux carbonatée. A la base est une couche de fer hydraté compacte, de 4 à 6 mètres d'épaisseur et reposant sur des assises arénacées, à grain fin, remplies de Térébratules (*T. bicanaliculata*). Des calcaires compactes qui viennent ensuite sont caractérisés par l'*Holectypus depressus* et la *Terebratula Kleinii*, Lam. Des dolomies et des argiles grises supportent à leur tour ces calcaires, et le *Belemnites niger*, List., a été trouvé dans les éboulements voisins.

En résumé, l'auteur voit dans ces diverses assises le coral-rag, les marnes d'Oxford, le sous-étage de Kelloway et un représentant du groupe oolithique inférieur. Il passe ensuite à l'examen des ro-

ches ignées et des filons intercalés dans les divers étages jurassiques. Ce sont le granite, le porphyre quartzifère et des dykes de pyroxène radié. La position de ces divers produits ne suffit pas pour déterminer, d'une manière absolue, le moment de leur apparition ; l'absence de dépôts crétacés et tertiaires prive l'observateur de termes de comparaison essentiels, et l'oblige à recourir à des analogies prises dans d'autres pays et qui, par cela même, sont assez incertaines pour cet ordre de faits.

Le granite forme, dans le massif du Filfilah, de puissants dykes dirigés N.-O., S.-E., sur le flanc sud de la montagne, parallèlement à l'Ouad-Riran, et traversant les marnes et les schistes du trias. M. Coquand ne donne d'ailleurs aucun détail sur les relations de contact de cette roche avec le calcaire jurassique auquel il la suppose postérieure, ainsi que l'indique sa coupe (pl. 2, fig. 4). Il traite ensuite du porphyre quartzifère, des amas de pyroxène, des filons métalliques de fer, des mines de cuivre, d'antimoine et de mercure qu'il compare aux gisements analogues de l'île d'Elbe et de la Toscane, mais dont les vrais rapports avec les couches qui nous occupent laissent encore beaucoup à désirer quant à leur précision.

Province d'Alger.

M. Rozet (1), qui en 1830 fut attaché à l'expédition d'Alger, donna les premiers renseignements sur la géologie de cette partie nord de l'Afrique, visitée seulement jusque-là par des botanistes. En traversant le Petit-Atlas, il observa des calcaires gris noir, avec des veines spathiques, alternant avec des marnes, renfermant quelques fossiles, et qu'il comparait au lias. Plus tard (2), il insista sur ce rapprochement en ajoutant que la chaîne était ainsi composée sur une longueur de 20 à 40 kilomètres, à partir de la vallée d'Afram et en se dirigeant vers l'E. (3). P. Boblaye (4) admit aussi l'existence du lias dans cette même région, mais ni la carte ni le texte de l'ouvrage de M. Renou ne viennent à l'appui de ces assertions.

---

(1) *Bull.*, 1re sér., vol. I, p. 86, 24 janv. 1831. — *Journ. de géologie*, vol. III, p. 360, 1830.

(2) *Ibid.*, p. 141.

(3) *Ibid.*, p. 225. — Voy. aussi : *Annales du Muséum d'hist. naturelle*, 1831. — *Description du pays occupé par l'armée française en Afrique*, 3 vol., 1833. — *Traité élémentaire de géologie*, 2 vol. in-8, avec atlas, 1834.

(4) *Comptes rendus*, vol. XI, p. 348, 1840.

Les recherches plus récentes de M. L. Ville (1) l'ont porté à admettre que la formation jurassique avait un grand développement dans la province d'Alger, mais il est difficile, ajoute-t-il, d'en assigner les limites, à cause de la rareté des fossiles et de la ressemblance des caractères pétrographiques des diverses formations secondaires du pays. En effet, ce sont toujours des marnes schisteuses grises, des calcaires gris compactes très durs, et des quartzites gris, généralement très durs aussi, le tout violemment et fréquemment bouleversé. Une ostracée dont les caractères rappellent ceux du lias a été rencontrée dans l'Ouarencenis, et une *Ammonites plicatilis* a été observée sur un autre point. Le massif secondaire de Tenès, complétement isolé au milieu des dépôts tertiaires, n'a encore offert aucun fossile, mais l'identité de ses roches avec celles de l'Ouarencenis peut le faire ranger provisoirement aussi dans la formation jurassique.

Province d'Oran.

Plus à l'ouest, M. Renou (2) a signalé aux environs de Saïda, au sud de Mascara, des dolomies qui reposent presque horizontalement sur des calcaires, probablement aussi magnésiens, mais plus schisteux, plus argileux et renfermant beaucoup d'Ammonites. « Celles » que j'ai recueillies, dit l'auteur, tout près de Saïda, à l'ouest, se » rapportent, d'après M. Deshayes, à neuf espèces, parmi lesquelles » une voisine de l'*A. macrocephalus*, Schloth., et de l'*A. nutfiel-* » *diensis*, Sow., une de l'*A. plicatilis*, une voisine de l'*A. plani-* » *costa*, et surtout de l'*A.* de Taylor, enfin une identique à une » Ammonite de l'argile de Kimmeridge recueillie à Senoncourt, » dans le département de la Meuse; les autres espèces tendent à » rapprocher le terrain de Saïda du même étage jurassique ». Un passage aussi peu explicite et dans lequel on reconnaît la sage réserve de l'auteur, comme celle de M. Deshayes, n'autorisait certainement pas la conclusion absolue qu'en a déduite M. Coquand (3). « Ainsi, dit ce dernier, à s'en rapporter à la signification exprimée » par les fossiles précités, nous devons voir dans les bancs à *Ammo-* » *nites Taylori* et *planicosta*, le représentant de l'étage liasique, et » dans ceux à *Ammonites plicatilis* et *macrocephalus*, l'équivalent » de l'étage jurassique moyen, correspondant plus spécialement à » l'argile oxfordienne. » Mais, pour que cette déduction fût exacte, il

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. XI, p. 507, 1854.
(2) *Loc. cit.*, p. 115, 1848.
(3) *Loc. cit.*, p. 61, 1854.

faudrait : 1° que les espèces eussent été reconnues *identiques*, ce qui n'est pas, puisqu'elles ne sont que *voisines ;* 2° qu'elles eussent été trouvées dans des couches différentes, associées comme le suppose M. Coquand, ce dont ne parle point M. Renou, dont la coupe (pl. 4, fig. 31) semble même indiquer que toutes les Ammonites sont dans la même assise, celle qui porte la ville de Saïda ; 3° que la seule espèce dont l'identité a été reconnue appartînt au moins à l'un des étages indiqués, tandis que c'est au Kimmeridge-clay, horizon auquel M. Coquand ne fait aucune allusion dans ce passage. Voyons si les géologues qui depuis ont étudié le même pays ont été plus loin que cette hypothèse gratuite.

Les observations stratigraphiques de M. L. Ville, jointes à la détermination des fossiles faite par M. E. Bayle (1), nous apprennent qu'à l'ouest de Tlemçen les dépôts qui nous occupent forment deux larges bandes, parallèles à la côte et dirigées E.-N.-E., O.-S.-O. Elles se prolongent dans le Maroc et constituent au nord le massif des Taras où l'on a trouvé l'*Ammonites bifrons*, Brug., la *Terebratula serrata*, Sow., et un *Mytilus*, puis au sud celui des Beni-Senous et des Beni-bou-Saïd. Près de la mine de plomb du Ouled-Maziz, on cite le *Lobophyllia semisulcata*, Mich.; non loin de la mine de cuivre du Djebel-Tassa, l'*Ammonites radians*, Rein. ; entre cette montagne et la mine de Rouban, sur la frontière du Maroc, la *Terebratula serrata*, Sow., le *Spirifer rostratus*, Schloth., des Bélemnites nombreuses engagées dans un calcaire gris compacte très dur ; à Rouban même les Ammonites *heterophyllus*, Sow., *Humphriesianus*, id., *Brongniarti*, id., *cycloides*, d'Orb.; à Sebdou, l'*Astrea Burgundiæ*, de Blainv., et l'*Hemicidaris ovifera*, Ag.; enfin à Tlemçen, cette dernière espèce. Entre cette ville et le Maroc, les calcaires jurassiques présentent une suite d'escarpements abruptes qui permettent de les suivre d'une manière continue dans une grande partie de cette région.

M. Bayle fait remarquer en terminant (p. 515), que les assises jurassiques fossilifères décrites par M. Ville, dans les provinces d'Alger et d'Oran, se rapportent exclusivement à l'étage des marnes à Bélemnites (horizon de l'*Ammonites bifrons*) (2) et à celui de l'oo-

(1) *Bull.*, 2° sér., vol. XI, p. 500, 1854.
(2) Ces deux expressions, loin d'être synonymes, désignent des étages différents. Il y a probablement ici, comme sur beaucoup de points de la région méditerranéenne, mélange des fossiles du premier et du second étage du lias.

ith e inférieure. Sur la frontière du Maroc un calcaire marneux avec *Ammonites heterophyllus* est immédiatement recouvert par une assise d'oolithe ferrugineuse avec les espèces de l'oolithe inférieure que nous venons de citer, mais cette coupe ne se retrouve pas plus dans le Calvados qu'ailleurs, puisqu'entre l'horizon des *Ammonites Humphriesianus, Brongniarti, cycloides*, et celui de l'*A. heterophyllus*, il y a partout, où la série est complète, deux faunes distinctes : l'une appartenant à la base de l'oolithe inférieure, l'autre au premier étage du lias. Quant au groupe oolithique moyen, l'*Ammonites plicatilis* provenant d'un calcaire rouge, semblable à celui du nord de l'Italie, pourrait indiquer son existence si l'on était assuré de ne point retrouver, sur cette partie du littoral méditerranéen, les associations anormales qui semblent exister sur d'autres.

Maroc. Plus à l'ouest, M. Coquand (1) ne paraît pas avoir observé de couches jurassiques dans la partie septentrionale du royaume de Maroc, avant d'atteindre le groupe de montagnes de Djebel-Dersah, qui borde la vallée de la Bousfica, au sud-est de Tetuan. Il y distingue quatre étages fondés sur les caractères des roches. Ce sont de bas en haut des marnes, des dolomies, des calcaires gris à odeur de pétrole et des calcaires lithographiques avec des silex pyromaques.

Sur les phyllades ou sur le grès rouge de transition repose un ensemble de marnes et d'argiles rouges, grises ou vertes, alternant avec quelques couches de dolomie, minces et contournées. Celles-ci se développent et finissent par dominer tout à fait. Ces argiles ont une douzaine de mètres d'épaisseur. Les dolomies qui leur succèdent atteignent 100 mètres ; elles sont en bancs épais, caractérisés par leurs formes déchiquetées, leur surface rugueuse, leur teinte foncée, ou variant du gris au blanchâtre, et leur texture à grain fin. Les calcaires bruns compactes, à cassure esquilleuse, du troisième étage, sont mieux stratifiés. Leur épaisseur paraît atteindre 200 mètres. Les calcaires jaunâtres, verdâtres, grisâtres, à cassure compacte, alternent avec des lits de schistes argileux olivâtres et renfermant des silex blonds en nodules ou en plaques interrompues, disposées dans le sens de la stratification. Cette dernière subdivision offre dans son ensemble une grande uniformité ; son épaisseur est d'environ 100 mètres ; ses bancs rubannés la caractérisent particulièrement, et l'on n'y observe pas de fossiles. Suivant M. Coquand elle représenterait le calcaire *majolica* du nord de l'Italie.

(1) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. IV, p. 1214, 1847.

D'après le même géologue (p. 1220), la montagne du Djebel-Dersah supporterait directement les roches néocomiennes, mais dans les coupes qu'il donne on ne voit point la superposition de ces dernières au prétendu calcaire *majolica* sur le niveau duquel les géologues italiens ne sont pas même parfaitement d'accord. En outre, dans la coupe de la vallée de la Bousfika, les strates jurassiques, auxquels est adossée la ville de Tétuan, recouvrent directement les conglomérats dévoniens qui portent la ville, tandis que de l'autre côté de la vallée ces mêmes conglomérats sont immédiatement surmontés par le groupe néocomien.

Malgré le développement que prend la formation jurassique dans le Djebel-Dersah, ce n'est en réalité, continue M. Coquand, qu'un point insignifiant comparé à l'importance des dépôts néocomiens qui se suivent sans interruption, depuis le détroit de Gibraltar jusque dans la province de Constantine, et sans doute au delà. Il est donc probable que les soulèvements qui ont accidenté cette partie du continent africain n'ont fait affleurer cette formation que sur un petit nombre de points, et que partout ailleurs elle est masquée par des dépôts plus récents. Mais déjà les recherches de M. Ville que nous venons de rappeler infirment singulièrement ces conclusions et permettent de croire à un développement fort considérable aussi des sédiments jurassiques dans le nord de l'Afrique.

Cartes géologiques générales.

La carte géologique de l'Europe de MM. Murchison et Nicol, quoique publiée en 1856, ne représente presque rien des détails que nous avons rapportés. On y trouve seulement indiqués deux lambeaux jurassiques, l'un situé à l'ouest de Constantine, allongé du N.-E. au S.-O., et paraissant comprendre le Djebel-Saïd et le Djebel-Rgheïs, l'autre au sud de Bougie, qui s'étendrait sur les monts Babour, en longeant au nord l'Ouad Boussellam. A cet égard, la carte de Dumont laisse beaucoup moins à désirer. En effet, sept îlots sont marqués dans la province de Constantine. Dans celle d'Alger on observe une assez grande surface coloriée aussi, comme jurassique, depuis les environs d'Orléansville, dans la vallée du Chelif jusqu'à Tiaret, et, dans la partie orientale de la province d'Oran, deux larges bandes partant, l'une de Tlemçen et l'autre de la rive gauche de la Tafna, se dirigent au S.-O., dans le Maroc. Enfin à la pointe septentrionale de ce dernier état, au nord et au sud de Tétuan, deux massifs assez considérables paraissent être compris entre le terrain de transition et les roches crétacées.

§ 2. — Afrique occidentale et méridionale.

Nous possédons encore bien peu de données sur l'existence des dépôts jurassiques dans les parties occidentales et méridionales du continent africain. Sir Charles Bullen (1) paraît avoir rapporté des fossiles de cette période, recueillis aux environs de West-Bay, de Fernando-Po, d'Accra et de Sierra-Leone. Parmi les espèces qui rappelaient celles du lias de Lyme-Regis, on a pu reconnaître l'*Ammonites communis*. D'autres du groupe oolithique moyen ont été cités à Port-Natal et au Sénégal (2).

Sur les frontières de la colonie du cap de Bonne-Espérance, M. R. Budge (3) signale, le long de la rivière Sunday, des Ammonites, des Pholadomyes, des Trigonies, avec des restes de plantes des genres *Zamia*, *Neuropteris*, *Pecopteris* et *Sphenopteris*. Les coquilles appartiendraient à des formes jurassiques et les végétaux auraient une grande analogie avec celles de la houille de l'Australie. Pour M. Bunbury, les *Zamia* caractérisent l'époque secondaire, depuis les marnes irisées jusqu'au groupe wealdien, et les autres plantes, appartenant à des fougères d'espèces peu déterminables, permettraient encore de regarder comme jurassiques ces dépôts du sud de l'Afrique. Les fossiles des bords de la rivière Orange, à 600 milles au nord-est du cap, auraient offert à M. Smith, outre les espèces crétacées dont nous avons parlé, la *Trigonia clavellata* de l'Oxford-clay (4).

---

(1) *Proceed. geol. Soc. of London*, vol. II, p. 415, 1836. — R. I. Murchison, *The silurian system*, p. 583, 1839.

(2) *Bull.*, 2ᵉ sér., vol. VII, p. 238, 1850.

(3) 25th *meet. brit. Assoc.*, etc. — L'*Institut*, 22 oct. 1851.

(4) R. I. Murchison, *The silurian system*, p. 583, 1839.

CHAPITRE XIV.

FORMATION JURASSIQUE DE L'AMÉRIQUE.

Nulle part encore les côtes orientales du nouveau continent n'ont présenté de dépôts jurassiques analogues à ceux que nous avons étudiés dans la partie occidentale de l'ancien monde, qui lui est opposée. Depuis la Terre-de-Feu jusqu'au Labrador, les seuls représentants de cette période qui aient été signalés, et même avec doute, sont quelques lambeaux de grès et d'argiles accompagnés de charbon, situés dans l'est de la Virginie, au pied des Apalaches, et qui paraissent s'être déposés dans des eaux douces. Nous ne retrouvons d'équivalents marins, bien imparfaitement connus encore, que dans la partie occidentale du continent, sur les flancs des Montagnes Rocheuses au nord, et le long des Andes au sud.

§ 1. — Amérique septentrionale.

Virginie.

W. Maclure avait d'abord rapporté au vieux grès rouge de l'Europe (*old red sandstone*) les dépôts charbonneux de la Virginie orientale, et M. R. C. Taylor (1) en donna en 1834 une description plus détaillée. Ce dernier les plaça avec doute dans la formation houillère, les soupçonnant même plus anciens que le vieux grès rouge et dépendant du terrain de transition inférieur. Ce fut M. W. B. Rogers (2) qui, s'appuyant sur des caractères moins vagues que ceux de ses prédécesseurs, releva ces dépôts dans la série géologique jusqu'à la période jurassique.

Ces roches occupent une partie des comtés de Chesterfield, de Powhatan, d'Amelia, de Henrico, de Hanover et de Goochland. Elles reposent dans des dépressions du granite et du gneiss, et les principaux bancs de charbon ne sont séparés des roches cristallines pri-

(1) *Transact. geol. Soc. of Pennsylvania*, vol. I, p. 275, 1834.

(2) *Report of the geol. Survey of Virginia*, 1836-1840. — *Third ann. meet. of the Assoc. amer. geol. and naturalists* (*Amer. Journ.*, vol. XLIII, p. 175, 1842). — *On the age of the coal rocks of eastern Virginia* (*Transact. of the assoc. of Amer. geol.*, p. 298, Philadelphie, 1843).

maires qui les supportent que par quelques décimètres et même quelques centimètres d'argiles schisteuses. Sur le bord oriental du bassin où les couches ont été exploitées en grand, leur épaisseur totale est d'environ 240 mètres, mais vers le centre elle est probablement plus considérable. Dans toute la hauteur, on trouve des grès grossiers composés de fragments de granite à peine roulés. Le charbon forme, dans la partie nord du bassin, deux ou trois bancs distincts, séparés les uns des autres par des grès et des argiles schisteuses, et toujours compris dans les 50 mètres inférieurs du dépôt. Dans sa portion la plus riche, au sud de la rivière James, dans le duché de Chesterfield, une couche de combustible, dont l'épaisseur est variable, a moyennement de 6 à 12 mètres.

Par l'ensemble de leurs caractères, les végétaux observés dans ces couches ont une telle analogie avec ceux des charbons jurassiques de Brora en Ecosse, du Yorkshire et d'autres localités de l'Europe, que M. Rogers n'a point hésité à les regarder comme pouvant représenter aussi, de ce côté de l'Atlantique, les étages oolithiques inférieurs. Les plantes identiques de part et d'autre sont : l'*Equisetum columnare*, la plus répandue dans les couches de la Virginie, le *Calamites arenaceus*, le *Pecopteris whitbyensis*, le *P. Munsteriana*, le *Lycopodites uncifolius ;* puis viennent le *Tæniopteris magnifolia*, très voisin des *T. vittata* et *scitaminea* du Yorkshire et du Sutherlandshire, un *Pecopteris*, n. sp., et deux ou trois espèces de *Zamites*. Ces dernières sont, avec l'*Equisetum columnare*, les plus abondantes au-dessus et au milieu du charbon dont ils doivent avoir formé les principaux éléments. Nulle part on n'a rencontré de traces de *Stigmaria*. Plusieurs des plantes que nous venons d'énumérer auraient, non pas précisément leurs analogues dans les couches jurassiques de l'Inde, comme le croit l'auteur, mais une certaine ressemblance générale avec les végétaux que nous y avons signalés, soit dans la province de Cutch, soit dans le grand système lacustre de l'Inde centrale. M. Rogers indique en outre des dents qui paraissent avoir appartenu à des reptiles sauriens, et M. Nuttall, des empreintes de poissons faiblement hétérocerques.

A la partie supérieure des dépôts dont nous venons de parler sont des grès grossiers passant à des grès feldspathiques, désignés par l'expression de *couches secondaires supérieures* (1). De leur côté,

(1) *Report of the geol. Survey of Virginia*, 1840.

MM. Taylor et Clemson les avaient regardés comme appartenant aux étages oolithiques supérieurs, de sorte que la formation quoique imparfaitement représentée aurait cependant, dans cette partie des Etats-Unis, une sorte d'équivalent. La présence d'une *Posidonomya* (*P. keuperi?*), annoncée aussi dans le grès rouge du même pays, semblait y indiquer l'horizon des marnes irisées de l'Europe; mais c'est un point sur lequel nous reviendrons tout à l'heure.

M. H. D. Rogers (1), frère du précédent, en faisant remarquer que le seul poisson qu'on ait trouvé alors dans ces couches appartenait au genre *Catopterus*, dont trois espèces caractérisent le grès rouge du Connecticut, se borne à considérer le tout plutôt comme secondaire (mézozoïque), que comme une dépendance du terrain de transition.

Sir Ch. Lyell (2), tout en inclinant vers l'opinion de M. W.-B. Rogers, conserve cependant quelques doutes sur l'exactitude absolue du rapprochement proposé par ce dernier. L'espace occupé par les roches cristallines qui courent parallèlement aux Apalaches le long de leur flanc oriental a, dit-il, une largeur de 70 milles, et c'est vers le milieu de cet espace que les dépôts charbonneux se trouvent, remplissant un large fossé dans le granite et le gneiss qui les circonscrivent complétement. Leur longueur du N. au S. est d'environ 36 milles et leur largeur varie de 4 à 12. Leur superficie est elliptique. Les couches inférieures sont ordinairement très inclinées sur le pourtour du bassin, tandis que les plus élevées, qui paraissent en occuper la portion centrale, sont presque horizontales. La direction générale est à peu près N.-N.-E., S.-S.-O., et celle de la partie la plus voisine des Apalaches est N.-E., S.-O.

Les *Calamites* et les *Equisetum* sont souvent dans une position verticale et plus ou moins comprimés. Ces tiges droites, placées au-dessus et entre les lits de charbon, éloignées parfois de plusieurs milles les unes des autres, paraissent avoir vécu à la place même où on les trouve actuellement ensevelies dans le sable et la vase. Une

---

(1) *Address delivered at the meet. Assoc. of American geologists*, mai, 1844 (*Amer. Journ.*, vol. XLVI, p. 149, 1844). — Voy. aussi : A. S. Wooldridge, *Geol. and statist. notice of the coal mines in the vicinity of Richemond* (*Amer. Journ.*, vol. XLIII, p. 1, 1842.)

(2) *On the structure and probable age*, etc. Sur la structure et l'âge probable du bassin houiller de la rivière James près de Richemond (*Quart. Journ. geol. Soc of London*, vol. III, p. 261, 1847). — De la Bèche, *address delivered*, etc., p. 14, 1848.

ou deux espèces de coquilles prises pour des Posidonomyes ont été trouvées à profusion dans la partie inférieure de la série, un peu au-dessus des lits de charbon, et, plus haut, se montrent aussi, en abondance, des restes de poissons, qui appartiennent surtout à deux espèces voisines l'une de l'autre et faisant partie d'un genre distinct de tous ceux jusqu'à présent connus. Ces couches à fossiles, dont l'épaisseur ne dépasse probablement pas 120 à 150 mètres, sont recouvertes par d'épaisses assises de grès et d'argiles schisteuses dont la puissance totale n'est pas connue. Elles n'ont encore offert ni charbon, ni débris organiques, et l'on n'a pas essayé d'y pousser des recherches vers le centre du bassin où l'on aurait, peut-être, à traverser 600 ou 700 mètres de roches stériles avant d'atteindre les couches de charbon de la base.

Tout le pays environnant étant recouvert d'un dépôt quaternaire plus ou moins épais, de sable, de gravier, d'argile rouge et jaune, les couches affleurent rarement à la surface, sur le pourtour du bassin, et c'est cependant sur son périmètre que les plus basses venant au jour sont les seules qui, par leur richesse, soient susceptibles d'être exploitées. Leur inclinaison est ordinairement très forte et il faut creuser des puits verticaux de 120 à 140 mètres pour atteindre la houille, seulement à la distance de quelques centaines de mètres en dedans du bord du bassin.

Dans les exploitations qu'a visitées M. Lyell, la veine principale de charbon est toujours la plus élevée. En général, les veines sont bien distinctes, excepté à Blackeath et dans les parties voisines du comté de Chesterfield, où toutes les veines semblent être réunies en une seule, d'une épaisseur exceptionnelle de 10 à 12 mètres, et dont le charbon est d'une qualité comparable aux meilleures houilles de la formation carbonifère. Cette réunion de toutes les veines productives en une seule n'a lieu, d'ailleurs, que sur une faible étendue.

Malgré la disposition générale de toutes les couches en fond de bateau, on y remarque de nombreux dérangements qui se sont produits depuis leur dépôt, et qui, sur beaucoup de points, en ont altéré la régularité. Quoique résultant d'une végétation très différente de celle de la formation houillère, ce charbon a tous les caractères de celui de cette dernière période. Les fougères abondent particulièrement; puis viennent deux espèces de Calamites et *l'Equisetum columnare*. Les Calamites paraissent avoir donné lieu à du charbon ordinaire qu'on rencontre parfois dans les mines dont nous parlons

et dans d'autres. Près des roches ignées qui ont traversé les bancs, comme à Clover-Hill, la houille a été modifiée. Dans la mine de Beaver, un dyke de diorite sortant du granite a traversé trois couches de charbon et les diverses assises qui les séparent. Dans les puits de Townes et de Powell, un banc de 2^{m},40 d'épaisseur est à l'état de coke et séparé d'un filon de basalte bleu par des argiles schisteuses, de 15 mètres d'épaisseur, altérées et brisées en tout sens.

M. Lyell fait remarquer ensuite que les seules couches qui occupent une position analogue dans la région primaire du versant atlantique, excepté quelques lambeaux, de même caractère, situés près de Raleigh dans le nord de la Caroline, sont celles que, dans le Massachusetts, le Connecticut et le New-Jersey, on a désignées sous le nom de nouveau grès rouge. Dans le dernier de ces États, elles reposent transgressivement sur les roches carbonifères et sur d'autres plus anciennes. Elles sont par conséquent plus récentes que les dislocations des Apalaches, mais l'on peut se demander si le dépôt de Richemond est plus ancien, contemporain ou plus récent que ce grès rouge. La difficulté de la question consiste en ce que, dans ce dernier, les fossiles sont des poissons et des empreintes d'oiseaux, sans végétaux, tandis que ceux des dépôts charbonneux sont presque exclusivement des plantes.

Les traces de coquilles trouvées en grande quantité dans quelques couches inférieures ressemblent, comme on l'a dit, à des Posidonomyes, mais peut-être serait-ce aussi bien des empreintes de Cyclades, d'Avicules, ou même de carapaces d'un genre voisin des *Cypris*. Les débris de poissons les plus déterminables se rapportent au genre *Tetragonolepis* de la classe des Homocerques, et dont les formes voisines sont du lias. Les 4 ou 5 espèces provenant des grès du Connecticut sont, au contraire, hétérocerques et indiquent une période plus ancienne. S'il était certain que ces grès fussent de l'ère triasique, il y aurait une grande probabilité pour que le bassin de Richemond fut jurassique, mais M. Lyell doute encore si les grès rouges du New-Jersey, du Massachusetts et du Connecticut sont du trias ou du système permien.

Les poissons des dépôts charbonneux de la Virginie sont le *Dictyopyga macrura*, une seconde espèce et un *Tetragonolepis*. Ceux du *new-red sandstone* ou nouveau grès rouge de la vallée du Connecticut sont le *Palæoniscus fultus*, Ag. (*Ischypterus* Egert.), *Catopterus gracilis* et *C. Redfieldi*.

Quant aux plantes, comme elles sont toutes terrestres, et que les Calamites et les *Equisetum* sont, sur divers points de la série, dans une position verticale, elles ne paraissent pas avoir été transportées, mais avoir végété aux endroits où on les observe, et les dépôts se seraient alors accumulés dans des eaux douces, non loin des terres émergées. Ces plantes appartiennent à 15 formes différentes, et, d'après M. Bunbury, elles ont une analogie tellement prononcée, d'une part avec la flore jurassique de l'Europe, et de l'autre avec celle du trias, qu'on pourrait les rapporter avec une égale probabilité à l'une et à l'autre période. Le *Calamites arenaceus* qui est une des espèces les plus abondantes n'a pas encore été observé en Europe, au-dessus du trias, suivant l'auteur; l'*Equisetum columnare* serait commun aux deux formations; parmi les fougères, le *Pecopteris whitbyensis* est l'une des espèces les plus répandues dans les couches oolithiques du Yorkshire. Un grand *Tæniopteris* est aussi très voisin d'une espèce de cette dernière localité. Le genre *Zamites*, représenté par beaucoup d'espèces dans les groupes oolithiques, l'est également dans le trias. On peut faire remarquer aussi que les couches du Yorkshire appartiennent à la grande oolithe, et que la flore de l'oolithe inférieure et du lias étant ici peu connue, on peut présumer que les couches de la Virginie correspondent à l'un de ces étages, et ont, par conséquent, des caractères paléophytologiques plus voisins de ceux du trias, que les végétaux des environs de Scarborough. Ces conclusions, qu'appuyeraient les restes de *Tetragonolepis*, recevraient encore une nouvelle force des rapprochements que nous ferons tout à l'heure. Les plantes jurassiques de l'Inde sont aussi dans le même cas, et comme celles de la province de Cutch sont dans un rapport bien connu avec des couches marines jurassiques, M. Lyell arrive à l'opinion émise par M. W.-B. Rogers, savoir : que ces dépôts de la Virginie appartiennent aux premières couches de la série jurassique de l'Europe (1).

Sur la carte géologique des États-Unis et du Canada, jointe au

---

(1) Voy. *Description of fossil plants*, etc. Description des plantes fossiles du bassin houiller de Richemond, par M. C. J. F. Bunbury (*Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. III, p. 281, pl. 10 et 11, 1847). — Voy. pour les poissons : *Ib.*, p. 275, pl. 8 et 9. — Suivant une lettre adressée à M. de Zigno, M. Bunbury paraît s'être prononcé définitivement pour rapporter ces dépôts à l'ère jurassique, (voy. de Zigno, *Sulla flora fossile dell' oolite*, p. 20, *nota*, 1856).

second volume de son voyage en Amérique (1) M. Lyell a marqué comme *oolithe* avec un point ? les dépôts charbonneux dont nous venons de parler. Enfin nous le voyons émettre encore la même opinion dans la cinquième édition de son *Manuel de géologie élémentaire* (1857).

En 1849 M. J. Marcou (2), reprenant ce sujet, a déduit de ses propres observations, jointes à celles de ses prédécesseurs, des conclusions analogues à celles que nous venons d'exprimer, malgré quelque incertitude produite par les caractères mixtes des plantes dont il a trouvé 7 ou 8 espèces nouvelles, et, à ce qu'il semble, deux types carbonifères (*Sigillaria* et *Knorria*). La forme des poissons le fait pencher pour mettre le dépôt sur l'horizon du lias. Les végétaux trouvés dans les grès et les argiles, dit ailleurs le même géologue (3), appartiennent à des genres et à des espèces qui diffèrent entièrement de ce qu'on observe dans la flore carbonifère de l'époque paléozoïque, et il se prononce de nouveau pour les réunir au lias. D'après les plantes fossiles recueillies par les officiers de l'armée des États-Unis (MM. Frémont et Abert), les couches de charbon rencontrées dans les montagnes de Raton, sur la route du Missouri à Santa-Fé, et le long de la rivière Muddy, sur la route de l'Orégon, devraient aussi être rangées dans la formation jurassique. L'*Equisetum columnare*, Brong., le *Tæniopteris magnifolia*, Rog., le *Zamites vittaroides*, Brong. (*Zamites obtusifolius*), et le *Pecopteris witbyensis*, Brong.), dont deux se retrouvent en Europe, sont les quatre espèces les plus répandues dans les dépôts charbonneux de l'Amérique du nord.

Plus tard, M. J. Marcou (4), croyant avoir trouvé la véritable formation jurassique dans les Montagnes-Rocheuses, bien qu'en réalité il n'ait observé tout au plus qu'un de ses étages, en infère que la houille du comté de Chesterfield doit faire partie du *système du nouveau grès rouge de l'Amérique* tel qu'il le considère. Mais rien n'est encore moins motivé que cette conclusion, car, de ce qu'à l'ouest du Mississipi l'auteur a rencontré deux ostracées qui annoncent l'horizon de

---

(1) *Travels in North-America*, 2 vol. in-8, Londres, 1845.
(2) *Bull.*, 2e sér., vol. VI, p. 572, 1849.
(3) *A geological map of the United States with an explanatory Text, geol. sections*, etc., in-8, avec carte, 8 pl. de fossiles caractéristiques, Boston, 1853.
(4) *Résumé explicatif d'une carte géol. des États-Unis*, etc. (*Bull.*, 2e sér., vol. XII, p. 872, 21 mai 1855, avec carte et coupe).

l'Oxford-clay, il ne s'ensuit nullement que les couches d'eau douce, avec plantes, du pied oriental des Apalaches, ne puissent être un dépôt jurassique plus ancien, du lias par exemple. C'est précisément ce que nous avons vu dans l'Inde où les sédiments exclusivement lacustres ou exclusivement marins de la même période occupent des régions différentes et même géographiquement moins éloignées qu'ici les unes des autres. Quant à la présence de quelques plantes des marnes irisées associées avec celles de la flore jurassique ou du lias, c'est aussi ce que nous avons vu mentionné dans des gisements parfaitement étudiés, tel que celui de Gresten dans les Alpes de l'Autriche. Dans la Bavière septentrionale comme dans le Hanovre, où les premières couches du lias succèdent régulièrement et immédiatement au grès des marnes irisées, il y a, comme on pouvait le prévoir, une relation intime entre la flore qui finit et celle qui commence.

Mais M. Marcou n'en insiste pas moins, pour appuyer sa nouvelle manière de voir, sur la plus grande fréquence, dans les dépôts charbonneux de la Virginie, des espèces du trias que de celles de la période suivante. Les poissons, que M. Agassiz regardait d'abord comme propres au lias, appartiendraient actuellement à des genres qui indiquent le nouveau grès rouge et « *certainement un âge qui n'est pas plus récent que le lias ;* » or ce dernier membre de phrase détruit en partie la valeur du premier. Enfin quelques considérations déduites de certaines dislocations font ranger définitivement ces dépôts avec le grès rouge du New-Jersey, de la vallée du Connecticut, etc.

Montagnes-Rocheuses.

A l'ouest du Mississipi les assises rapportées par M. Marcou à la période jurassique (1) occuperaient, suivant la carte de ce géologue, la plus grande partie des plateaux élevés qui avoisinent l'axe des Montagnes-Rocheuses et une portion de leur contre-forts. Elles constituent particulièrement le vaste plateau appelé *Llano estacado* qu'il traversa dans son voyage du fort Smith à Santa-Fé, ou de la vallée du Mississipi à la côte de l'océan Pacifique, par 35° lat. environ. De cette latitude au 31° degré la largeur du plateau varie de 20 à 60 lieues et son élévation moyenne au-dessus de la mer est de 1368 mètres. Une pente presque insensible conduit des *prairies*, entièrement occupées par les roches rouges et bigarrées du trias, jusqu'au pied du Llano-estacado que borde un escarpement continu de 90 à 137 mètres de hauteur. En gravissant ce dernier on laisse

(1) *Loc. cit.*, p. 874.

au-dessous de soi le trias et l'on atteint successivement, à l'endroit appelé Encampement-creck :

	m
1. Grès calcaréo-sableux jaunâtre, avec de nombreuses concrétions de chaux carbonatée	10,00
2. Conglomérat à pâte calcaire solide, rose	0,60
3. Calcaire blanc très compacte, à cassure conchoïde	0,15
4. Calcaire blanc ou grisâtre, friable, sub-oolithique ou crayeux, formant la surface du plateau	4 à 5,00

Après cinq journées de marche, sans avoir observé d'autres roches et sans avoir trouvé de fossiles, M. Marcou atteignit, dans le voisinage du Monte-Révuelto et du grand Tucumcari, un second gradin dont il étudia la composition dans les escarpements d'une montagne détachée du plateau et qu'à cause de sa forme il a nommée le Mont-de-la-Pyramide. Sa hauteur est de 152 mètres au-dessus du plateau précédent, et ses flancs, complétement abruptes, laissent partout à découvert sa composition. Elle présente de bas en haut :

	m
1. Marnes irisées, avec des bandes rouges, vertes et blanches	60,80
2. Argile gris bleu	0,10
3. Grès blanc à grain très fin	2,40
4. Grès très dur, jaune clair; à grain fin, divisé par des plans perpendiculaires à la stratification	24,32
5. Grès blanc à grain très fin, peu dur, se désagrégeant facilement	7,60
6. Argile bleue, schistoïde, grisâtre	9,12
A 0m,15 au-dessus du grès n° 5, est un lit presque exclusivement composé de *Gryphæa dilatata*, et var. *Tucumcarii*.	
7. Calcaire sableux, jaune foncé, très dur, à cassure brillante, en couches de 1m,50 à 2 mètres d'épaisseur, et s'élevant jusqu'au sommet de la pyramide qui est d'un calcaire siliceux, blanc, très compacte, que l'auteur compare au forest marble des environs de Salins et de Besançon	8,00

Les grès jaunes et blancs avec les argiles qui les couronnent conservent à peu près les mêmes caractères jusqu'au pied des Montagnes-Rocheuses et dans les parties environnantes de la Sierra-Madre. Les bancs calcaires se présentent aussi sur tout le plateau de l'Estacado, et même de l'autre côté du Rio-Pecos, autour de Léon-Spring, mais ils disparaissent entièrement dans la Sierra-Madre. Les argiles bleues, avec *Gryphæa dilatata* et la variété *Tucumcarii*, s'observent à Léon-Spring sur la route du fort Inge, à El Paso, sur plusieurs points du Llano-estacado, etc. Au delà de la Sierra-Madre

les argiles renferment en beaucoup d'endroits (Ojo Pescado, Pueblo de Züni, fort Défiance, Canon de Chaca) des bancs de charbon bitumineux de quelques centimètres seulement d'épaisseur.

M. Marcou suppose que ces indices de combustible correspondent à ceux qu'ont signalés M. Abert dans les monts Raton, et M. Frémont le long de la Muddy. On a vu tout à l'heure qu'il mettait ces derniers dépôts au niveau du charbon de la Virginie à cause des plantes qu'on y avait trouvées ; or, on ne comprend pas pourquoi l'auteur les en sépare actuellement pour les réunir à ses assises jurassiques marines ; aussi ne voyons-nous encore ici qu'un motif de plus pour laisser le tout dans la formation où d'abord on l'avait placé.

Les assises précédentes occupent, outre le Llano estacado, les sommets du plateau entre Léon et Camanche-springs et le Presidio del Norte, ceux de la Sierra de Guadalupe, près de Delaware-creek, s'étendant aussi au plateau à droite du Rio Pecos. Au nord du Llano estacado elles constituent le sommet de montagnes coniques isolées (le grand et le petit Tucumcari) ainsi que d'autres plateaux entre les rivières Canadienne, du Cimaron, du Purgatoire et du Haut-Arkansas. A l'ouest de la Sierra Madre elles forment également le sommet du *Mesa* ou Llano entre Inscriptions-Rock et le Pueblo de Züni, se dirigeant du côté du fort Défiance et du cañon de Chelly. M. Marcou ne les a point observées à l'ouest du 109e degré (longit. O. de Greenwich). M. Frémont les signale cependant par le 111e degré. Malgré cette immense étendue superficielle leur épaisseur totale ne semble pas dépasser 120 mètres, et les fossiles connus jusqu'à présent se bornent aux Gryphées que nous avons citées, plus une valve d'*Ostrea Marshii* et une Trigonie indéterminée. Sur sa carte M. Marcou indique des dépôts de cet âge, de part et d'autre des Montagnes-Rocheuses, jusqu'au delà de 45 degrés lat. N., non loin de la rive droite du Missouri supérieur. Ils occupent de larges plaques qu'entoure le grès rouge.

La Carte géologique des États-Unis qu'a publiée en même temps M. H. D. Rogers (1), l'un des géologues les plus éminents de ce pays, diffère complétement de celle de M. Marcou, en ce qui concerne les dépôts jurassiques, puisqu'on y voit représentés, comme en faisant partie, les grès et les argiles charbonneuses de la Virginie, tandis qu'il n'en existe aucune trace à l'ouest du Mississipi, non plus que

(1) *Geological map of the United States and british North-America*, 1 f., Boston, 1855.

du trias. Tous les grands plateaux des *prairies* qui avoisinent les Montagnes-Rocheuses sont compris sous la dénomination de *calcaire siliceux, marnes et sable vert*, appartenant à la formation crétacée.

Il est probable qu'un certain nombre des faits observés par MM. S. H. Simpson, R. B. Marcy et L. C. Whiting (1), pendant leurs excursions de San-Antonio à el Paso, etc., pourraient se rattacher à ce que nous venons de dire du pays parcouru par M. Marcou, mais nous aurons occasion dans le volume suivant de revenir sur ces recherches intéressantes.

Les plantes fossiles recueillies par M. J. C. Frémont (2) sur les bords de la Muddy-Fork, non loin du Grand lac Salé, par 111° longit. et 41° 1/2 de lat. N., ont été décrites et figurées par M. J. Hall. Ce sont : les *Sphenopteris Fremonti*, nov. sp., *triloba*, id., *paucifolia*, id., *trifoliata*, id., le *Glossopteris Phillipsii*, Brong., identique avec la plante de l'oolithe du Yorkshire, circonstance qui a déterminé l'auteur à rapporter les autres au niveau que cette espèce occupe en Europe. Le *Pecopteris undulata*, n. sp., une variété, et le *P. odontopteroides*, rappellent davantage les formes carbonifères, mais elles n'en sont pas moins, comme les précédentes, d'une époque beaucoup plus récente.

Régions arctiques.

Bien loin au nord-ouest de cette région, par 56 degrés de lat. N., des roches jurassiques sont encore signalées, le long de la baie de Katmai, sur la côte sud-est de la Péninsule d'Aliaska, dans le prolongement de laquelle s'alignent les îles volcaniques Aléoutiennes (3). D'après M. Wosnessensky les quatre espèces fossiles qu'on en a rapportées sont une Ammonite nouvelle (*A. Wosnessenskii*), une autre voisine de l'*A. biplex*, des fragments de *Belemnites paxillosus* et d'*Unio liasinus*. La figure donnée par Meyen de l'*A. bi-*

(1) *Reports of the secretary of war with reconnaissance of routes from San Antonio to el Paso*, in-8, Washington, 1850.

(2) *Report of the exploring expedition to Rocky-Mountains in the year* 1842, in-8, Washington, 1845, p. 304, pl. 1, 2.

(3) C. Grewingk, *Beiträge zur Kenntniss der orograph. und geogr. Beschaffen. der nord-weste-Küste Americas mit den anliegenden Inseln*, in-8, avec 5 cartes et 4 pl. de fossiles, Saint-Pétersbourg, 1850. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. VII, p. 113 des Notices, 1851. — Voy. aussi le mémoire de M. A. K. Isbister, *Ib.*, vol. XI, p. 519, 1855. — De Buch, *Berichte ueber die z. Bekann. geig. Verhandl. d. kön. Preuss. Akad. der Wissensch.*, p. 662, 1852.

plex, qui provenait du pied du volcan de Maipu au sud de Valparaiso, serait identique avec l'échantillon d'Aliaska.

Pendant son expédition dans les régions arctiques, de 1852 à 1854, Sir Edw. Belcher (1) a trouvé des restes d'Ichthyosaure au sommet de l'île d'Exmouth (70° 16′ lat. N., 96° longit. O.), à une élévation de 212 mètres au-dessus de la mer. La couche supérieure, de 10 mètres d'épaisseur, plongeait de 7° à l'O. La base de l'île est un grès rouge foncé, se désagrégeant facilement. D'après M. R. Owen, ce saurien devait être voisin de l'*I. acutus* du lias de Whitby. Le calcaire rouge qui forme le cap de l'île d'Exmouth est, d'après ses fossiles, de la période carbonifère, et sans doute d'un âge différent de celui qui renfermait les restes de reptiles. En effet, M. M'Clintock a rencontré, dit M. W. Salter (2), sur la terre de Prince Patrik (76° 30′ lat. N., 117° longit. O.), des Ammonites, des *Spirifer* et des *Pecten* jurassiques. Ce point est situé dans la direction des couches carbonifères qui s'étendent de l'île Melleville à la Terre Albert.

§ 2. — Amérique centrale et méridionale.

Après ce que nous avons dit des calcaires et des grès secondaires du Mexique (*antè*, vol. V, p. 522), de Cuba (p. 526), de Venezuela (p. 532) et de la Nouvelle-Grenade (p. 536) dont plusieurs avaient été rapportés à la formation jurassique, à cause de leurs caractères pétrographiques, il nous reste bien peu à ajouter pour compléter ce que l'on sait de ces régions de l'Amérique centrale, et encore les quelques faits cités par les voyageurs n'offrent-ils aucune certitude de l'existence des sédiments qui nous occupent. Ce n'est que plus au sud, dans l'Amérique méridionale, que nos doutes cesseront peut-être devant des preuves, encore controversées à la vérité, mais au moins de la nature de celles qui nous ont jusqu'à présent guidé.

M. Galeotti (3) a regardé, comme pouvant appartenir à la formation jurassique, certains calcaires des bords du lac de Chapala au

(1) 25th *meet. brit. Assoc. at Glasgow*, sept. 1855 (Londres, 1856), p. 79.

(2) *Ib.*, p. 213. — *Journ. r. Soc. of Dublin*, nov. 1854.

(3) *Coup d'œil sur la laguna de Chapala* (*Bull. de l'Acad. de Bruxelles*, vol. VI).

Mexique (*antè*, vol. V, p. 522), puis des calcaires de l'île de Cuba qui sont fort développés et constituent des montagnes arrondies, assez élevées, ainsi que des buttes tronquées au sommet. A 15 lieues à l'est-sud-est de la Havane on trouve du minerai de cuivre, et la roche devient assez compacte pour fournir des pierres lithographiques et des marbres (1).

De son côté M. Ch. Deville (2) a observé, dans l'île de la Trinité, à l'embouchure de l'Orénoque, au-dessus de roches micacées et talqueuses, des argiles micacées ou des grauwackes, des grès blanchâtres à grains fins et des couches très minces de calcaires gris bleuâtre, cristallins, subordonnés aux grès, le tout pénétré de pyrites cubiques, présentant au nord des escarpements verticaux et au sud une pente régulière. A ce premier ensemble de strates se montrent adossées au midi des collines de grès, d'argile et de calcaire d'environ 200 mètres de hauteur.

Les argiles schisteuses, presque toujours calcarifères, offrent des bancs de calcaire blanc, spathique, subordonnés, souvent fort épais, alternant avec des grès qui finissent par dominer. Ceux-ci sont gris, rougeâtres, rouges ou bruns et très micacés. Ils renferment des veines de quartz et des amas considérables de gypse. La stratification en est très tourmentée, et l'auteur y signale une empreinte d'Ammonite et des bivalves, peut-être des Gryphées. Il pense que ces assises, dont les schistes micacés inférieurs pourraient n'être qu'une dépendance, peuvent appartenir à la formation jurassique et ressemblent à celles qu'a décrites de la Bèche à la Jamaïque, sous la dénomination de *terrain de transition* (3).

On a déjà vu (*antè*, vol. V, p. 541) que les fossiles signalés d'abord comme jurassiques par M. J. Lea, et qui provenaient de quelques parties de la Colombie, avaient été en réalité trouvés dans des couches crétacées anciennes ou néocomiennes. Ainsi, dans l'Amérique centrale et dans la portion de l'Amérique méridionale située au nord de l'Équateur, nous n'avons encore aucune certitude de l'existence de dépôts jurassiques, aucun fossile incontestablement

---

(1) *Aperçu géogn. des environs de la Havane* (*ibid.*, vol, VIII).
(2) *Compt. rend.*, vol. XI, p. 983, 1840.
(3) *Transact. geol. Soc. of London*, 2ᵉ sér., vol. II. -- Depuis lors de la Bèche a rejeté ces synchronismes prématurés, *Coupes et vues*, etc., pl. 37.

de cette période n'ayant été rencontré. Il nous faut descendre au delà de la Ligne pour en retrouver des traces.

Pérou. Dans sa *Notice sur les départements de Huancavelica et d'Ayacucho au Pérou* (1), M. L. Crosnier signale dans la Cordillère, au passage d'Antarangra, à plus de 4800 mètres d'altitude, des calcaires renfermant quelques fossiles d'aspect jurassique, et, au delà du village de la Oraya, des grès jaunes avec des empreintes d'Ammonites qui rappellent des formes de cette même période.

Le terrain secondaire des environs d'Huancavelica, ville située à 3800 mètres au-dessus du niveau de l'Océan, se compose, dit le même géologue (p. 40), de couches alternantes de calcaires compactes, gris noir, avec d'innombrables veinules blanches de chaux carbonatée lamellaire, de grès quartzeux, assez grossiers, jaunâtres, quelquefois tout à fait blancs, d'argile grise ou presque noire, et enfin de conglomérats calcaires en assises de 15 à 20 mètres de puissance. Toutes ces couches sont relevées jusqu'à la verticale. La grande mine de mercure de Santa-Barbara est ouverte, à environ 400 mètres au-dessus du niveau de la ville, dans une série de couches de 100 mètres d'épaisseur totale, comprenant des argiles et des grès subordonnés aux assises précédentes et plongeant comme le tout à l'O. L'exploitation, qui dure depuis trois siècles presque sans interruption, a lieu plus particulièrement dans un grès de composition, de dureté et de couleur variables, presque partout imprégné de cinabre. Quant à l'origine du minerai de mercure, M. Crosnier pense qu'elle n'a aucun rapport avec celle des filons métalliques proprement dits : ces couches auraient été imprégnées de cinabre, sur une épaisseur de 100 mètres, par suite de la volatilisation de la substance qui les a pénétrées à l'état de vapeur, pendant le phénomène auquel est dû le relèvement, presque jusqu'à la verticale, de tout l'ensemble du terrain.

Ce système de calcaires, de grès et de conglomérats constitue des montagnes considérables et repose sur le granite ou sur des porphyres souvent stratifiés. Les couches de charbon qu'on y trouve subordonnées à Santa-Anna, au passage d'Artobamba, à Castro-Virreyna, etc., nous paraissent représenter, si les rapprochements généraux de l'auteur sont exacts, celles que, sur tant de points, nous a offertes la formation jurassique inférieure.

(1) *Ann. des mines*, 5e sér., vol. II, p. 1, pl. 1, 1852.

De Pancarbamba à Churcampa sont encore des roch essecondaires plus ou moins redressées et probablement du même âge. Autour de l'usine de Pachanga, des assises presque verticales de calcaire compacte, grenu ou semi-cristallin forment des escarpements de 500 à 600 mètres d'élévation, et la roche, de teintes variées, serait susceptible de donner de beaux marbres. A 10 lieues au sud de Ninobamba, vers la ligne de faîte de la chaîne occidentale, un banc calcaire renferme des fossiles parmi lesquels M. Bayle a pu reconnaître le *Pecten alatus*, de Buch, et la *Terebratula tetraedra*. D'Huanta à Huancavelica on traverse de nouveau les roches précédentes. La petite ville d'Acombamba est bâtie sur des grès à grain fin, homogènes, semblables à ceux d'Huancavelica. La coupe théorique que donne M. Crosnier (1) montre la disposition générale de roches stratifiées massives, depuis la côte de l'Océan Pacifique jusqu'au sommet de la Cordillère orientale. Le granite, qui semble former le *substratum* de toutes les autres, supporte des porphyres auxquels succèdent des quartzites, des grès, des calcaires, des schistes argileux et encore des grès. Les assises de grès avec mercure et les bancs de charbon exploités sont subordonnés à ce système de roches stratifiées toujours très accidentées.

Chili. On a dit (*antè*, vol. V, p. 553) que F. J. F. Meyen (2), dans ses remarques sur l'identité des formations de l'ancien et du nouveau monde, avait signalé, dans la province de Copiapo, dans le massif du volcan de Maipu (Maypo), des calcaires remplis de débris organiques, entre autres d'Ammonites rapportées aux *A. biplex* et *bifurcatus*. Aussi ce voyageur a-t-il assimilé ces couches à celles de la période jurassique, et de Buch y a-t-il vu, à cause de la prétendue association de fossiles crétacés, un passage des deux faunes. M. Gay (*ibid.*, p. 553) avait fait des observations analogues dans la Cordillère d'Elqui, et nous avons donné sur celles de M. Ch. Darwin (*ibid.*) des détails assez étendus pour en faire comprendre l'importance et expliquer ce que le savant voyageur anglais entend par *formation crétacée-oolithique* (*ibid.*, p. 563). Il serait donc complétement superflu d'y revenir ici.

(1) Pl. 1, fig. 7, et non fig. 5 comme l'indique le texte.
(2) *Nova acta*, etc. *Nouveaux actes des curieux de la nature; Résumé de* 1834-35, vol. XVII, p. 647, 1 pl.— *L'Institut*, 16 déc. 1835.

Alc. d'Orbigny (1) a reconnu aussi, parmi les fossiles des environs de Coquimbo, des formes qui rappellent celles du lias ; tels qu'un *Spirifer* voisin du *S. Walcotii*, et une Gryphée voisine de la G. arquée. Dès 1842, des débris organiques semblables avaient été recueillis par M. Domeyko.

Nous avons dû, par les mêmes motifs que précédemment, exposer les principaux résultats des recherches de ce dernier géologue (*antè*, vol. V, p. 569) dans les Andes du Chili, et ceux que l'examen des fossiles qu'il avait envoyés en Europe avait suggérés à MM. Bayle et Coquand (*ibid.*, p. 586). Il ne nous reste donc qu'à compléter ce que nous avons dit à ce sujet, par quelques détails plus circonstanciés sur le travail de ces deux paléontologistes (2), dont nous reproduirons en partie le résumé, en renvoyant le lecteur, pour la description des localités, à l'exposé précité des observations de M. Domeyko.

Les fossiles jurassiques proviennent de cinq localités différentes.

Ceux de Manflas et de Tres-Cruces semblent appartenir à deux horizons ou à deux séries de couches distinctes : l'une qui correspondrait au deuxième étage du lias, l'autre à l'oolithe inférieure. Les espèces de la première sont : la *Turritella Humboldtii*, Bayle et Coq. (*Pleurotomaria Humboldtii*, de Buch, *Turritella Andii*, d'Orb.), l'*Ostrea cymbium*, Desh. (*Gryphæa*, id. Lam.), le *Pecten alatus*, de Buch, la *Plicatula rapa*, Bayle et Coq., la *Cardita Valenciennesii*, id., id., la *Terebratula ornithocephala*, Sow., la *T. tetraedra*, id., le *Spirifer tumidus*, de Buch. Les quatre de ces espèces qui sont communes à l'Europe servent à déterminer l'horizon des quatre autres propres au pays. Le *Pecten alatus* jouerait à Manflas le rôle du *P. æquivalvis*, Sow. ; la *Plicatula rapa* remplacerait la *P. pectinoides*, Sow., et la *Cardita Valenciennesii*, l'*Hippopodium ponderosum*, Sow.

Les espèces qui indiqueraient à Manflas la présence de l'oolithe inférieure sont : l'*Ammonites bifurcatus*, Schloth., l'*Ostrea pulli-*

---

(1) *Bull.*, 2e sér., vol. IV, p. 508, 1847. — *Voyage dans l'Amérique méridionale*, vol. III, 4e partie, *Paléontologie*, p. 62. 1842. — L'auteur cite avec doute deux Térébratules (*T. ænigma*, et *Ignacea*) voisines des *T. concinna*, Sow., et *ornithocephala*, id.) — *Compt. rend.*, 28 août 1843. Rapport de M. Élie de Beaumont.

(2) *Mémoire sur les fossiles secondaires recueillis au Chili, par M. I. Domeyko* (*Mém. Soc. géol. de France*, 2e sér., vol. IV, p. 1 et pl. 1-8, 1851). — *Bull.*, 2e sér., vol. VII, p. 232, 1850.

gera, Gold., et la *Terebratula perovalis*, Sow. A Tres-Cruces, on trouve, outre les espèces précédentes, le *Nautilus semistriatus*, d'Orb., le *Mytilus scalprum*, Sow., l'*Ostrea pulligera*, Gold., et la *Pholadomya Acostæ*, Bayle et Coq.

A Jorquera, M. Domeyko a recueilli la *Gryphæa cymbium*, Lam., l'*Ammonites opalinus*, Rein., le *Pecten alatus*, de Buch, et le *Nautilus striatus*, Sow. : c'est-à-dire une coquille de la base de l'oolithe inférieure de l'Europe, une du second étage du lias, une du troisième et une propre à l'Amérique, puis l'*Ammonites pustulifer*, Bayle et Coq., avec le *Spirifer tumidus*, suivant le texte (p. 11). A Chanarillo, l'*Ammonites Domeykus*, Bayle et Coq., et la *Turritella Humboldtii*, sont seules signalées. La présence de cette dernière peut indiquer le même horizon que le second étage du lias de Manflas et de Tres-Cruces.

Les 18 espèces provenant de la localité de Doña-Ana, qui ont pu être déterminées par MM. Bayle et Coquand, y seraient nouvelles. Ce sont : la *Natica phasianella*, Bayle et Coq., l'*Ostrea Rivoti*, id., id., la *Lima truncatifrons*, id., id., la *L. raricostata*, id., id., la *Terebratula Domeykana*, id., id., la *T. ficoides*, id., id., et l'*Echinus diademoides*, id., id.; 11 espèces sont communes au Chili et à l'Europe; ce sont : l'*Ostrea gregaria*, Sow., l'*O. Marshii*, id., l'*O. sandalina*, Gold., la *Pholadomya Zieteni*, Ag., la *P. fidicula*, Sow., la *Panopæa peregrina*, d'Orb., la *Terebratula concinna*, Sow., et l'*Echinus bigranularis*, Lam. Les auteurs citent en outre une Nérinée, des échinides et des polypiers qui avec la *Natica phasianella*, la *Lima raricostata* voisine de la *L. corallina*, d'Orb. de Saint-Mihiel, et la *Terebratula bicanaliculata*, rappelleraient un peu la faune du coral-rag, tandis que quelques-unes des espèces précédentes rappelleraient celle de l'Oxford-clay. Nous disons *quelques-unes*, parce que nous n'admettons pas que la *Pholadomya fidicula*, la *P. Zieteni*, la *Terebratula concinna* et la *T. emarginata*, soient des espèces propres à l'Oxford-clay. D'après cela nous verrions ici, non seulement un spécimen de la faune des deux étages du second groupe oolithique, mais encore de celle du troisième. La *Lima truncatifrons*, les *Terebratula Domeykana* et *ficoides*, et l'*Echinus diademoides*, sont propres au gisement de Doña-Ana.

En résumé, cette faune secondaire du Chili, sur 43 espèces décrites, en renfermerait 22 qui ont leurs analogues en Europe, depuis le second étage du lias jusqu'au coral-rag.



après avoir éliminé de la question les échantillons do
mination lui paraît douteuse à cause de leur état, de Bu
ne plus trouver que le seul *Spirifer tumidus* qui soit
contestablement de cette période, les 21 autres espèc
tant, suivant lui, que de rapprochements plus ou m
plets (1).

---

(1) *Berichte ueb. die z. Bekann. Verhandl. kön. Pr
der Wissenss. zu Berlin*, 1852, p. 675.

APPENDICE.

Nous réunirons sous ce titre quelques documents qui n'ont pu trouver place dans les chapitres précédents.

Paléophytologie.

Pendant la période secondaire, dit M. Ad. Brongniart (1), deux familles de plantes dominent surtout par leur nombre et leurs dimensions : ce sont les conifères et les cycadées, intimement liées par leur organisation, et qui forment le chaînon intermédiaire qui unit les cryptogames vasculaires, composant presque à eux seuls la première végétation du globe, aux phanérogames monocotylédones proprement dites, constituant la plus grande partie du règne végétal pendant la période tertiaire.

En 1835 M. Gœppert (2) constatait que les lois de la végétation du monde primitif étaient les mêmes que celles qui régissent la végétation actuelle. Les variétés de formes que présentent dans leurs diverses parties les fougères vivantes se retrouvent presque toutes parmi les fougères anciennes, dont l'auteur comptait alors 13 genres, et 41 espèces durant la période jurassique. En 1846, le même savant (3) signalait 234 espèces de végétaux dans cette même formation, où dix-huit ans auparavant M. Brongniart (4) n'en connaissait encore que 74, en y comprenant celles des grès de Tilgate appartenant au groupe wealdien et celles des marnes irisées. Parmi les 234 espèces précédentes il y en a 75 du lias, et dans les 21 genres

(1) *Considérations sur la nature des végétaux qui ont couvert la surface de la terre aux diverses époques de sa formation.* (*Compt. rend.*, vol. V, p. 403, sept. 1837).

(2) *Acad. Leop. des curieux de la nature*, addition au résumé des travaux de 1835. — L'*Institut*, 4 mai 1836.

(3) 15th *meet. brit. Assoc. at Cambridge*, 1845 (Londres, 1846), p. 48. — *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. I, 566, 1845. — *Bull.*, 2e sér., vol. II, p. 363, 1845.

(4) *Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles*, p. 193-202, in-8, 1828.

12 appartiennent à ce dernier groupe. De son côté M. Unger, dans sa *Chloris protogæa* (1) et son *Synopsis plantarum fossilium* (2) a réuni tout ce que l'on connaissait des végétaux de cette période aussi bien que des autres.

Mais un travail plus important pour nous, parce que l'étude attentive des détails se joint à l'élévation de la pensée qui a présidé à sa rédaction et à la clarté des idées générales que l'auteur en a déduites, est celui que M. Ad. Brongniart a publié dans le tome XIII du *Dictionnaire universel d'histoire naturelle* (3). Il doit fixer un instant notre attention, d'abord parce qu'il résume très bien l'état de la paléophytologie au moment où il parut et ensuite parce qu'il envisage d'une manière particulière la flore fossile du terrain secondaire et en particulier de la période dont nous parlons.

L'auteur conçoit que la série des formes végétales qui se sont développées à la surface du globe, depuis les temps les plus anciens, peut être divisée en trois époques qu'il appelle le *règne des acrogènes*, le *règne des gymnospermes*, et le *règne des angiospermes*. Chacune de ces époques ou règnes, se divise en deux périodes. Ainsi la première comprend les *périodes carbonifère* et *permienne* ; la seconde la *période vosgienne* et la *période jurassique* ; la troisième les *périodes crétacée* et *tertiaire*. Ces expressions, ajoute M. Brongniart, n'indiquent que la prédominance successive de chacune des trois grandes divisions du règne végétal et non l'exclusion complète des autres. Ainsi dans les deux premières époques les acrogènes (fougères et lycopodiacées) et les gymnospermes (cycadées et conifères) existent simultanément ; mais les premières formes l'emportent d'abord sur les secondes, en nombre et en dimensions, tandis que l'inverse a lieu plus tard.

On vient de voir que le règne des gymnospermes se divisait en deux périodes : l'une, *vosgienne*, ne comprend que la flore du grès bigarré proprement dit ; l'autre, *jurassique*, est divisée par l'auteur en 4 *époques* : *keupérique*, *liasique*, *oolithique* et *wealdienne*, et par conséquent elle comprend à la fois pour nous la dernière flore du trias et la première flore crétacée. Cette extension de la seconde flore générale ou des gymnospermes ne s'accorde pas à la vérité avec les caractères des faunes contemporaines beaucoup plus nom-

(1) In-4 avec 20 pl. in-fol., Leipsick, 1842-44.
(2) In-8, Leipsick, 1845.
(3) In-8, vol. XIII, p. 151, 1849.

breuses, dont les limites sont plus restreintes dans le temps et aussi plus nettement tranchées; mais il faut tenir compte, d'une part du nombre des plantes, comparativement très faible encore que nous connaissons, et de l'autre de la différence des conditions dans lesquelles ont vécu les plantes presque toutes terrestres, comparées à celles où se développaient les générations d'animaux presque tous marins. Considérés en eux-mêmes, les végétaux, classés comme le fait M. Brongniart, s'accordent bien avec ce que nous avons vu des rapports de ces quatre flores entre elles.

La *période jurassique*, telle qu'il la conçoit au point de vue des végétaux fossiles, est, dit l'auteur (p. 151), une des plus étendues par suite des formations qu'elle comprend et la variété des époques spéciales de végétation qu'elle embrasse, quoiqu'on ne puisse se refuser à réunir, sous un titre commun, des époques pendant lesquelles des formes, souvent très analogues les unes aux autres, se sont succédé. Elle comprendrait ainsi les dépôts depuis les marnes irisées inclusivement jusqu'au groupe wealdien. En effet les *Pterophyllum* du premier de ces groupes apparaissent encore avec de légères différences spécifiques dans le second. Les *Equisetites* des marnes irisées remontent jusque dans le troisième groupe oolithique; les *Baiera* du lias se retrouvent dans les couches wealdiennes du nord de l'Allemagne; les *Sagenopteris* et les *Camptopteris* ont des représentants dans les marnes irisées, le lias et le groupe oolithique inférieur. Ces caractères communs, qui indiquent une grande analogie entre les flores de ces périodes, n'empêchent pas que chacune d'elles n'ait des caractères propres et souvent un ensemble d'espèces presque toutes particulières.

Après avoir énuméré les espèces des marnes irisées, on voit, dit l'auteur, qu'en comparant cette flore avec celle du grès bigarré et avec celle du lias, elle n'a de commun avec la première que le *Palæoxyris* qui paraît être extrêmement voisin de l'espèce du grès bigarré, tandis qu'elle ressemble à la flore du lias ou du troisième groupe oolithique par les fougères dont plusieurs sont spécifiquement identiques ou très voisines, par les *Nilssonia* et les *Pterphyllum* qui sont aussi ou identiques ou très voisins spécifiquement de ceux du lias.

La flore de ce dernier groupe comprend actuellement plus de 100 espèces, dont 47 fougères et autres cryptogames acrogènes et 50 dicotylédones gymnospermes, dont 39 cycadées et 11 conifères. Les caractères essentiels de ce groupe sont : 1° la grande prédominance

des cycadées déjà bien établie, la présence de genres nombreux dans cette famille et surtout des *Zamites* et des *Nilssonia* ; 2° l'existence, parmi les fougères, de beaucoup de genres à nervures réticulées qui se montraient à peine et sous des formes peu variées dans les couches plus anciennes, mais dont quelques-unes avaient déjà paru pendant le dépôt des marnes irisées, telles que les *Camptopteris* et les *Thaumatopteris*.

La *Flore oolithique* qui embrasse celles de nos trois groupes oolithiques inférieur, moyen et supérieur, dont les végétaux proviennent des diverses localités que nous avons citées en Angleterre, en France et en Allemagne, et qui sont considérés ici ensemble, bien qu'appartenant à des horizons géologiques différents, présente les caractères généraux suivants : parmi les fougères, la rareté des formes à nervures réticulées si nombreuses dans le lias; parmi les cycadées, la fréquence des *Otozamites* et des *Zamites* proprement dites, c'est-à-dire les cycadées les plus analogues à celles de la végétation actuelle, et la diminution des *Ctenis*, des *Pterophyllum* et des *Nilssonia*, genres bien plus éloignés des espèces vivantes; enfin la grande fréquence des conifères, *Brachyphyllum* et *Thuites*, plus rares dans le lias.

Quant à la flore wealdienne dont nous avons déjà parlé (*antè*, vol. V. p. 245), les espèces, au nombre de 61, sont toutes propres à ce groupe, excepté peut-être le *Baiera Huttoni*, qui serait identique avec l'espèce du lias de Bayreuth et des couches oolithiques de Scarborough. D'un autre côté, les genres sont presque tous les mêmes que dans la formation précédente, et les cycadées paraissent être déjà moins nombreuses relativement aux fougères. Ces dépôts d'eau douce et d'eau saumâtre, qui termineraient pour l'auteur le règne des gymnospermes, se lient, par l'ensemble de leurs caractères, aux autres formes de la période jurassique, et se séparent au contraire de celles de la période crétacée qui lui a succédé, par l'absence complète de toute espèce pouvant rentrer parmi les dicotylédones angiospermes.

Lorsque M. Ad. Brongniart publiait ce résumé de ses recherches, la flore fossile de l'Australie était peu connue; aussi n'en parla-t-il pas, non plus que de celles de l'Inde et de l'Amérique du Nord que nous avons rapportées à la formation jurassique. Aujourd'hui même les travaux paléophytologiques relatifs à la Nouvelle-Galles du Sud et à la Terre de Van-Diemen sont assez obscurs et même contradictoires dans quelques-uns de leurs résultats; mais nous ne pou-

vons les passer tout à fait sous silence, parce qu'à quelques égards ils semblent encore se rattacher à notre sujet.

La flore du terrain houiller de l'Australie, disait en 1845 M. J. Morris, après avoir étudié les échantillons rapportés de ce pays par M. de Strzelecki (1), n'a présenté, dans le petit nombre d'espèces que l'on connaît, aucune trace de ces genres remarquables, si caractéristiques et si fréquents dans les dépôts carbonifères de l'Europe et de l'Amérique, tels que les *Lepidodendron*, les *Sigillaria*, les *Stigmaria*, les *Calamites* et les conifères. Les divers bassins eux-mêmes, en les supposant contemporains, semblent avoir été caractérisés par des flores différentes, car aucune espèce n'a encore été trouvée commune à deux d'entre eux. Si l'on compare en masse cette flore carbonifère avec celle de l'hémisphère nord, on trouve peu d'analogie dans les formes, si même il en existe, quoique les *Phyllotheca* puissent être probablement considérés comme représentant les Calamites du nord, tandis que le *Glossopteris Browniana* est une fougère entièrement différente de tout ce que l'on connaît en Europe. Le genre *Zeugophyllites* et certaines formes de *Pecopteris*, dont une très voisine d'une espèce jurassique, puis une seconde ressemblant beaucoup à un *Odontopteris* permien, ont été trouvés dans le bassin de Jérusalem.

De ces faits M. Morris conclut que la flore carbonifère de l'hémisphère sud était parfaitement distincte, dans son faciès, de celle de l'hémisphère nord pendant la même période, comme la flore actuelle de l'Australie diffère de celles des autres parties du globe. Les espèces d'animaux qui peuplaient les eaux de l'Océan australien avant ce temps, c'est-à-dire lors des dépôts de transition plus anciens, présentaient au contraire des formes, sinon tout à fait identiques, au moins comparables, dans leur aspect général, avec celles du nord. Le même savant fait remarquer en outre, qu'il y a une grande analogie entre la flore carbonifère de l'Australie et celle des argiles charbonneuses de Burdwan au nord-ouest de Calcutta dont nous avons parlé ; plusieurs espèces seraient même identiques ; d'où il résulterait que non-seulement les dépôts des deux pays sont contemporains, mais encore que certaines parties de l'Inde et de l'Australie se trouvaient dans des conditions peu diffé-

---

(1) *Physical description of New South Wales and Van Diemen' land*, in-8, p. 245, 2 pl., 1845.

rentes. D'un autre côté, l'absence de beaucoup de formes propres à la flore carbonifère et la présence, au contraire, d'autres qui auraient leurs analogues dans les dépôts jurassiques de l'Angleterre viennent jeter de l'incertitude sur les conclusions précédentes.

M. Clarke (1), savant distingué et plein de zèle, qui habite sur les lieux, a appelé du jugement précédent, en affirmant que les genres qu'on croyait ne pas exister dans les dépôts houillers de l'Australie y avaient été rencontrés ainsi que beaucoup d'autres, au nombre de 20, comprenant ensemble environ 60 espèces. Les bois de conifères, ajoute-t-il, sont très fréquents, de grandes dimensions et ensevelis dans des couches remplies de *Spirifer*, de *Productus*, de *Goniatites*, etc. Les *Sigillaria*, les *Lepidodendron*, les *Stigmaria*, se montrent aussi sur divers points, dans des dépôts essentiellement marins de la période carbonifère, lesquels, dit-il en terminant, n'ont rien de commun avec la formation jurassique, sauf une ou deux espèces rares de plantes ; ils seraient au contraire en partie plus anciens que la formation houillère proprement dite de l'Europe.

Dans le même temps M. Fred. M'Coy (2), qui avait aussi étudié un grand nombre de plantes fossiles de la Nouvelle-Galles du Sud et de la terre de Van-Diemen, arrivait à des conclusions opposées à ces dernières et d'accord avec celles de M. Morris. Toutes les espèces, suivant lui, seraient propres au pays, à l'exception du *Glossopteris Browniana*, que nous avons vu cité dans l'Inde. Les 17 espèces nouvelles, décrites et figurées par l'auteur, appartiennent aux genres *Vertebraria*, *Ætopteris*, *Cyclopteris*, *Sphenopteris*, *Glossopteris* et *Phyllotheca*. Le premier et les deux derniers de ces genres sont seuls connus pour avoir vécu pendant l'ère jurassique et ont été rencontrés dans ses dépôts charbonneux ; les autres sont communs aux périodes jurassique et carbonifère. La nouvelle espèce de *Vertebraria* est très voisine d'une espèce de Burdwan.

Suivant l'auteur, les couches houillères de l'Australie reposeraient sur un autre ensemble de couches renfermant les fossiles marins de la véritable période carbonifère, et, étant alors évidemment plus récentes, elles représenteraient celles du Jura. La flore jurassique

---

(1) *Quart. Journ. geol. Soc. of London*, vol. IV, p. 60, 1847.

(2) *On the fossil botany and geol. of the rocks associated with the coal of Australia* (*Ann. and Magaz. of natur. history*, vol. XX, avec 9 pl., 1847). — *Rep. 17th meet. brit. Assoc. at Oxford*, 1847 (Londres, 1848), p. 64.

aurait dans ce cas immédiatement succédé à la véritable flore carbonifère, telle que la comprend M. Clarke, ce qui justifierait les deux opinions.

M. Morris (1), en revenant incidemment sur ce sujet, trouve encore que, malgré l'incertitude qui règne sur le véritable horizon des charbons de l'Australie, la flore qui les accompagne a plus d'analogie avec celle des couches charbonneuses du Yorkshire qu'avec celle des dépôts houillers proprement dits.

Des documents que nous venons de rappeler, M. A. de Zigno (2), qui ne paraît pas avoir eu connaissance du travail précédent de M. Ad. Brongniart, a conclu, peut-être un peu vite, l'extension de la flore oolithique dans les deux hémisphères. Il annonce la présence constatée de 250 espèces ou variétés de plantes dans les trois groupes oolithiques, et dont les quatre cinquièmes environ seraient, non pas de l'*oolithe inférieure*, suivant son expression, mais bien du *groupe oolithique inférieur*, ce qui est très différent. Sur ce nombre il compte 148 acotylédones ou cryptogames, c'est-à-dire 36 algues, 1 champignon, 15 *Calamaris* (*Calamites?*), 85 fougères, 5 lycopodiacées, 6 *rizocarpées*, puis 2 monocotylédones (1 Nayade, 1 Pandanée), et 101 dicotylédones (gymnospermes), savoir 80 cycadées et 20 conifères.

La prédominance des cycadées est un caractère qui s'observe seulement aujourd'hui dans quelques régions de l'hémisphère austral, tandis qu'alors il aurait été commun à la flore des diverses parties émergées du globe, d'où l'on peut penser que les conditions de température et de sol étaient dans ces mêmes parties, à peu près ce qu'elles sont actuellement dans les terres australes. Les marsupiaux de Stonesfield, représentant les Phascolomyes et les Whombat de la Nouvelle-Galles du Sud, vivaient en même temps que les reptiles gigantesques dont les dimensions surpassaient de beaucoup celles des reptiles des régions les plus chaudes de nos jours. Dans les mers environnantes habitaient avec des poissons lépidoïdes et des picnodontes, les *Acrodus*, les *Strophodus*, les *Ceratodus* représentant les cestracions de l'époque actuelle, dont la seule espèce connue vit dans les mers de la Nouvelle-Hollande avec la *Trigonia pectinata*, dernier témoin d'un genre si répandu pendant l'ère jurassique.

---

(1) *Rep.* 24th *meet. brit. Assoc.* — L'*Institut*, 22 oct. 1851.

(2) *Sulla flora fossile dell' oolite* (*Mem. Istituto-veneto di scienze*, vol. VI, 1856).

Ces rapprochements reposent, comme on le voit, sur des analogies un peu légères et en trop petit nombre pour avoir une grande valeur; néanmoins nous avons dû les reproduire de même que les conclusions suivantes auxquelles la même observation serait applicable.

1° Les restes de la flore oolithique, quoique peu nombreux, se trouvent cependant disséminés sur une grande partie du globe dans les deux hémisphères.

2° La plus grande quantité, enfouie dans les couches du groupe oolithique inférieur, appartient à une flore terrestre ; mais dans le groupe moyen dominent les algues marines.

3° La flore oolithique se lie à celle des marnes irisées et du lias d'une part et à celle du groupe wealdien de l'autre, de manière à prouver qu'elles ont vécu dans des circonstances peu différentes.

4° Comparée à la végétation actuelle elle paraît, sous beaucoup de rapports, analogue à celle qui croît dans les régions tempérées de l'hémisphère austral ; d'où l'on est conduit à présumer que le peu de terres émergées qu'il y avait alors était, comme l'Australie, entouré par un vaste Océan maintenant les conditions de température et d'humidité favorables au développement des familles qui la composent principalement.

5° Les plantes découvertes dans les couches jurassiques des Alpes vénitiennes augmentent d'un cinquième, à elles seules, le total des espèces propres à cette période et confirmeraient les remarques précédentes par la présence de quelques formes nouvelles qui montrent une analogie encore plus marquée que les autres avec la flore de l'Afrique centrale et de la Nouvelle-Hollande.

Paléontologie.

Mollusques. *Notes on an Examination of Lamark's species of fossil Terebratulæ* par Th. Davidson (*Ann. and Magaz. natur. histor.*, juin 1850, 3 pl.).

Les espèces de Térébratules jurassiques qui avaient été nommées et décrites par de Lamarck et M. Valenciennes ont été figurées et leurs caractères discutés avec soin dans ce travail.

Notes sur les Huîtres, les Gryphées et les Exogyres, par de Buch (*Ann. des sciences naturelles*, 2° sér., vol. III, p. 296).

Thèse sur les caractères distinctifs des Huîtres, des Gryphées et des Exogyres et sur la distribution de ces ostracées dans les différents terrains, par Leymerie, in-8°, 1840.

Sur les Nérinées, par Voltz, *Neu. Jahrb.*, 1835. — *Soc. d'hist. naturelle de Strasbourg*, 3 nov. 1835. — *L'Institut*, 30 déc. 1835. — Sur id., par Bronn, ibid.

Détermination des fossiles connus sous le nom d'Aptychus, *Trigonellites*, etc., par Voltz. (Société d'histoire naturelle de Strasbourg, 6 et 21 déc. 1836). — *L'Institut*, 8 févr. et 22 mars 1837.

Note sur les Bélemnites de la formation oolithique, par Alc. d'Orbigny (*Bull.*, 1re série, vol. XIII, p. 290, 1842).

Zur Geschichte der Insekten, par O. Heer, *Neu. Jahrb.*, 1850, p. 17. — *Quart. Journ. geol. soc. of London*, vol. VI, p. 68, des *Notices.*) (Voyez, *antè*, vol. IV, p. 158.)

Insectes.

Les insectes *amétaboles* (sans métamorphoses complètes) ont joué aussi le rôle principal pendant l'ère jurassique. Ce sont de très grandes *Locusta* et des Libellulides (*Æschnidæ* et *Agrionidæ*), quelques *Termites* et une grande suite de curculionides? (*Schnabel-Insekten*). On y rencontre aussi quelques insectes *métaboles* (mouches, fourmis) et de nombreux coléoptères. Les insectes qui se nourrissent sur les fleurs, tels que les hyménoptères et les lépidoptères, manquaient encore complétement.

Poissons.

Sur une nouvelle classification des poissons et la distribution géologique des espèces fossiles, par L. Agassiz (*Proceed. geol. soc. of London*, vol. II, p. 99, 1834).

Dans ce premier travail l'auteur disait déjà que, sous le rapport des poissons qu'on y rencontre, la série oolithique, jusqu'y compris le lias, constituait un ensemble très naturel et bien défini, dans lequel on pouvait comprendre la série wealdienne. Aucune espèce n'y a encore été observée que l'on puisse placer dans des genres de la période crétacée. A partir de celle-ci et en descendant toujours dans la série, dit ailleurs M. Agassiz (1), les deux ordres qui dominent dans la création actuelle, les cycloïdes et les cténoïdes, ne se retrouvent plus, tandis que ceux qui sont en minorité de nos jours se présentent subitement en très grand nombre. Parmi les ganoïdes ce sont les genres à caudale symétrique que l'on trouve ici, et en particulier les genres *Dapedius*, *Tetragonolepis*, *Lepidotus*, *Semionotus*, *Nothosomus*, *Pholidophorus*,

(1) *Notice sur la succession des poissons fossiles*, 18e et dernière livr. des *Recherches sur les poissons fossiles*, in-4, Neuchâtel, 1843, p. xxviij.

Notagogus, et *Propterus*, de la famille des lépidoïdes. Le seul *Coccolepis Bucklandi* de Solenhofen est hétérocerque.

Les sauroïdes sont également nombreux ; ils appartiennent aux *Eugnatus*, *Ptycholepis*, *Conodus*, *Pachycormus*, *Caturus*, *Amblysemius*, *Thrissonotus*, *Sauropsis*, *Thrissops*, *Leptolepis*, *Aspidorhynchus*, *Belonostomus*, *Megalurus* et *Macrosemius*. Les célacanthes ne sont représentés que par les genres *Undina*, *Ctenolepis* et *Gyrosteus*, mais les pycnodontes sont nombreux en espèces appartenant aux genres *Pycnodus*, *Gyronchus*, *Scrobodus*, *Microdon*, *Sphærodus* et *Gyrodus*. Parmi les placoïdes ce sont surtout ceux à dents sillonnées sur leurs deux faces et à grands rayons épineux, les Hybodontes, qui prédominent ; ces rayons de grands Squales ont été désignés sous le nom d'*Ichthyodorulithes*. La famille des cestracions présente aussi beaucoup d'espèces et surtout dans les genres *Acrodus* et *Strophodus*. On y trouve également des chimérides. En résumé, la faune ichthyologique de la formation jurassique est tellement différente de celle des formations plus récentes, qu'un zoologiste qui aurait fait une étude très complète des poissons de l'époque actuelle, en lisant seulement l'énumération précédente des genres jurassiques, se douterait à peine que c'est à cette classe qu'appartiennent les fossiles dont nous venons de rappeler les noms.

En quittant le lias pour passer dans les formations inférieures, on remarque une modification particulière dans la forme de l'extrémité postérieure du corps des ganoïdes. Tous ont la colonne vertébrale prolongée à son extrémité en un lobe impair qui atteint le bout de la nageoire caudale, particularité qui se retrouve aussi dans les poissons encore plus anciens.

Le tableau des poissons fossiles de la formation jurassique, donné en 1844 par M. Agassiz, comprenait 344 espèces réparties dans 65 genres.

ptiles. Note sur les Gavials de la formation oolithique, par M. Bronn, supplément aux travaux de l'Académie de Saint-Pétersbourg, en 1842. — L'*Institut*, 14 sept. 1843.

RÉSUMÉ

ET

OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

Répartition générale des dépôts jurassiques.

Il résulte des détails rassemblés dans les tomes VI et VII, que les dépôts jurassiques sont aujourd'hui connus dans la plus grande partie de l'hémisphère Nord, l'empire Chinois et la presqu'île orientale de l'Inde exceptés. Sa limite septentrionale passe par les îles Hébrides et le nord de l'Écosse (59° lat.), s'abaisse à la pointe sud de la Scanie et aux environs de Mittau (56°), pour remonter au nord-est au delà du cercle polaire (67°). Elle longe les côtes de la mer Glaciale, atteint les îles de la Nouvelle-Sibérie (75°), a été signalée au delà du détroit de Behring, dans la presqu'île d'Aliaska (60°) et plus au nord par 77°,16', dans l'île d'Exmouth, point extrême atteint par les navigateurs dans le nouveau continent. Nous avons indiqué des traces de ces dépôts dans les régions équatoriales de l'Asie, de l'Afrique et de l'Amérique, et, dans l'hémisphère Sud, nous avons pu constater sa présence sur quelques points de ces deux derniers continents.

Malgré ce développement en surface, tout porte à croire que c'est seulement dans l'Europe occidentale et centrale que les sédiments de cet âge ont pris une véritable importance géologique, par leur puissance, la variété de leurs roches et surtout par celle des corps organisés qu'on y trouve enfouis, sujet sur lequel nous allons revenir un instant pour compléter ce que nous avons dit au commencement du tome VI.

Classification générale.

On a vu que nous avions choisi la classification proposée d'abord en Angleterre pour les divisions de la formation, parce que ces divisions étaient à la fois le plus anciennement établies, le mieux caractérisées dans toute la série, les plus complètes, les plus faciles à constater, les plus usitées, et qu'aucun phénomène physique n'y était venu troubler sensiblement la succession des dépôts, pendant qu'ils se formaient, ni altérer ensuite leurs relations premières ; de sorte que l'on avait, dans cette écharpe qui traverse obliquement le

pays du N.-E. au S.-O., le meilleur spécimen ou terme de comparaison que l'on pût choisir pour bien juger les phénomènes normaux qui se sont produits pendant toute cette période secondaire. Nous nous sommes attaché à démontrer que cette terminologie, convenablement interprétée et appliquée, répondait à tous les besoins de la science, quel que fût le point de l'Europe que l'on considérât, et que les faits signalés jusqu'à présent venaient, sans effort et de la manière la plus naturelle, se ranger dans ce cadre.

Mais, d'un autre côté, cette zone secondaire de l'Angleterre n'avait aucun caractère géographique ni orographique propre ; elle se confondait avec les formes du trias qui la supporte comme avec celles de la craie qui la recouvre. Sans aucune importance dans le relief de l'Europe, sa position dans une île à l'ouest du continent diminuait encore sa valeur. Enfin, dans la terminologie usitée, aucune expression ne comprenait à la fois tous les dépôts de cette période, le mot *oolithique* laissant toujours le lias en dehors. Il y aurait eu d'ailleurs, en l'y comprenant, un double inconvénient, celui du peu de convenance du mot ainsi appliqué, et cet autre motif que la plupart des géologues du continent désignent par cette expression nos trois groupes supérieurs. En adoptant celle de *formation jurassique* pour désigner l'ensemble des sédiments placés entre le groupe néocomien et les marnes irisées, toutes les difficultés se trouvent levées, sans même qu'on ait eu besoin d'introduire une expression nouvelle, car nous ne faisons que définir et limiter plus exactement qu'on ne l'avait fait celle qu'on employait depuis longtemps.

En effet, la chaîne du Jura, comprise entre le Rhône et le Rhin, entre la grande vallée suisse et celle de la Saône, a une importance géographique et orographique, qu'elle doit exclusivement aux dépôts de la période dont nous parlons, car on pourrait supprimer par la pensée les sédiments crétacés et tertiaires, et quelques affleurements plus anciens qui entrent dans sa composition, sans que ses caractères physiques généraux en fussent sensiblement altérés. C'est une particularité assez rare que cette chaîne a de commun avec la Côte-d'Or, sorte de petite sœur jumelle beaucoup moins considérable, mais plus homogène encore dans sa composition. Si le Jura eût été complétement étudié il y a 45 ans, comme l'a été la zone contemporaine d'Angleterre, la classification et la terminologie qu'on y eût établies alors auraient prévalu sans doute ; mais on a vu que, même aujourd'hui, une description géologique détaillée et

harmonique des diverses parties de la chaîne est encore un des *desiderata* de la science, et nous n'avons pu considérer celle-ci que comme présentant le maximum de développement des dépôts de la période qui nous occupe.

Une autre circonstance, commune aussi à la Côte-d'Or et qui donne à toutes deux un certain intérêt, c'est l'apparente uniformité de leur soulèvement principal ; de sorte que, sous le rapport physique et chronologique comme sous ceux de la composition et de la place qu'elle occupe relativement aux dépôts contemporains des autres pays, la chaîne du Jura justifie complétement la dénomination générale que nous avons adoptée. On pourrait même dire qu'il y en a peu dans la terminologie géologique qui soient aussi heureusement motivées.

Développement horizontal et régulier des groupes.

Les quatre groupes de la formation y sont bien caractérisés ainsi que leurs étages et leurs sous-étages, mais dès que nous nous éloignons de cette région pour nous diriger vers l'est, plusieurs des subdivisions de premier et de second ordre ne tardent pas à s'*atrophier* en quelque sorte et à perdre leurs caractères essentiels.

Ainsi, pour ne parler d'abord que des pays de plateaux, de plaines ou de collines à couches presque horizontales, déjà dans la Souabe et la Franconie, prolongement immédiat du Jura, le groupe supérieur est complétement modifié ; sa puissance est très faible, ses caractères pétrographiques et zoologiques entièrement différents de ceux de la Suisse, de la Franche-Comté et de la Bourgogne. Le groupe oolithique inférieur n'y est plus reconnaissable ; on n'y retrouve pas les subdivisions de l'ouest, et il y en a d'autres purement locales qui semblent rentrer toutes dans un seul étage du troisième groupe, c'est-à-dire le plus inférieur. Dans le nord-ouest de l'Allemagne, dans le Brunswick et le Hanovre, les trois groupes oolithiques sont imparfaitement développés et peu suivis : le lias seul, qui conserve toute son importance relative, est comparable à ce que l'on observe dans le Wurtemberg, le Jura, le nord de la France et l'Angleterre.

Si nous nous avançons vers l'est, toujours abstraction faite des régions montagneuses, la formation jurassique se simplifie de plus en plus. La Moravie, la haute Silésie, comme les plaines de la Pologne, ne nous présentent que des témoins du second groupe, et, lorsque nous embrassons par la pensée les immenses régions sur lesquelles s'étend la domination russe, l'étage d'Oxford, depuis les bords de la mer Glaciale jusqu'aux rives de l'Aral, de la Caspienne et de la

mer Noire, paraît être le seul terme de la série dont l'existence soit certaine (1).

Plus loin encore dans cette même direction, les témoins de l'ère jurassique deviennent de plus en plus rares. Leurs fossiles se modifient sensiblement, tout en conservant certains types généraux qui empêchent de les confondre avec ceux des dépôts plus anciens ou plus récents. Ainsi les types jurassiques de l'Himalaya et des bords de l'Indus se rattachent tantôt à ceux de l'Oxford-clay, tantôt à ceux du lias ou même du groupe oolithique qui les sépare, mais rien ne prouve encore qu'ils soient séparés et distribués comme en Europe. Il y a plus d'incertitude encore sur le véritable niveau des grands dépôts présumés d'eau douce de l'Inde centrale, dont les plus récents renferment les diamants et les plus anciens le charbon. Cependant leurs caractères paléophytologiques et ichthyologiques semblent devoir les faire rapporter au groupe oolithique inférieur et au lias.

Si nous jetons actuellement un coup d'œil à l'ouest de la région jurassique type ou centrale, qui, pour plus d'exactitude, doit comprendre, outre le Jura, la Côte-d'Or, le nord de la France et la zone de l'Angleterre, nous ne rencontrerons encore, dans la partie nord du continent Américain, au pied oriental des Apalaches, que quelques dépôts très limités, probablement lacustres ou d'eau douce. Ces dépôts, assez analogues à ceux de l'Inde centrale et qui seraient du même âge, renferment aussi du charbon dans leur partie la plus basse ; ils sont situés presque sur le prolongement du même méridien, sur le côté opposé de l'hémisphère Nord, mais sous une latitude de 18 à 20 degrés plus septentrionale.

Au delà du Mississipi, une assise peu puissante, mais qui paraît s'étendre jusqu'à une assez grande distance de part et d'autre des Montagnes-Rocheuses, a été rapportée, d'après des données encore bien peu nombreuses, à l'horizon de l'Oxford-clay. Quant aux

---

(1) M. W.-H. Baily, qui annonce avoir déterminé 56 espèces provenant des couches jurassiques du sud de la Crimée, y signale cependant la *Terebratula numismalis*, Lam., et l'*Astarte complanata*, Roem., qui appartiennent au second étage du lias. Il y aurait aussi beaucoup de formes de l'oolithe inférieure ; mais on remarquera que l'auteur, en rappelant qu'Alc. d'Orbigny a décrit ou mentionné les céphalopodes de ce pays, ne dit pas que tous ont été rangés par ce dernier dans le groupe oolithique moyen (Kelloway-rock et Oxford-clay), 26th *meet. brit. Assoc. at Cheltenham*, 1856 (Londres, 1857), p. 60.

fossiles recueillis plus au nord, il serait sans doute encore prématuré de vouloir leur assigner un niveau déterminé dans la formation, et il en est à peu près de même de ceux qui ont été jusqu'à présent observés sur quelques points extrêmement éloignés de l'hémisphère Sud.

Ainsi, dans l'état actuel de nos connaissances et sans rien préjuger de ce que l'avenir pourra révéler, les couches jurassiques normales, ou bien considérées dans des chaînes de montagnes simples ou mixtes, et poursuivies à travers l'ancien et le nouveau continent, ne nous ont offert nulle part un développement comparable à celui que nous avons constaté dans la région que nous avons prise pour type. Nulle part la série n'est aussi complète, et le plus ordinairement on ne retrouve qu'un seul de ses quatre termes principaux. Le plus constant paraît être, si nous considérons les débris d'animaux marins, l'étage de l'Oxford-clay, puis viendraient le groupe du lias, le groupe oolithique inférieur et enfin le supérieur, le plus restreint de tous, et qui ne paraît pas s'étendre beaucoup au delà de l'Europe occidentale et centrale.

Les dépôts de cette période secondaire semblent donc être fort irrégulièrement développés, et présenter, sur les divers points où on les observe actuellement, des différences très considérables, quant à leur puissance, à leurs caractères pétrographiques, à leur origine ou à leur mode de formation ; et, sans les ressources puisées dans la considération des restes d'animaux et de végétaux qu'on y trouve, il eût été impossible de jamais les coordonner. C'est ce peu de constance dans les caractères des sous-divisions, dès qu'on est sorti de la région centrale prise comme terme de comparaison, qui ne nous a pas permis de dresser, comme pour la formation crétacée, un tableau général de la distribution géographique des étages. Ce tableau, possible seulement pour la région en question, n'aurait eu qu'un médiocre intérêt.

Faune.

La faune jurassique d'Angleterre nous a offert des résultats importants au point de vue théorique (*antè*, vol. VI, p. 148). Ainsi aucune espèce du lias ne s'est perpétuée jusqu'au Portland-stone ; les modifications survenues dans l'organisme pendant le laps de temps qui s'est écoulé entre le commencement et la fin de la période ont été lentes, graduelles dans l'ensemble et néanmoins continues, de telle sorte qu'en aucun point de la série le renouvellement n'a été complet à un moment donné. La manifestation des forces vitales n'a été suspendue à aucun instant, et jamais la chaîne des

êtres n'a été tout à fait rompue, de nouveaux anneaux se formant avant que tous les autres fussent brisés.

Nous ne doutons pas que l'étude attentive des fossiles, dans les autres parties de notre région type, ne conduise à des résultats analogues ; tout ce que nous savons aujourd'hui tend à le prouver. Mais aussi, dès que nous nous en éloignons, dans une direction ou dans une autre, et à mesure que le nombre des étages et des groupes diminue, les principaux horizons qui persistent, tout en conservant quelques-uns de leurs caractères généraux les plus essentiels, manifestent des modifications sensibles. On n'y retrouve plus alors cette succession de faunes distinctes et constantes, si bien échelonnées de bas en haut, depuis le Jura jusque dans l'ouest de l'Angleterre. Il y règne une certaine indécision et même un mélange de formes qui ne se montraient point ensemble, là où la série est le mieux développée. Or, ces changements, comme nous l'avons fait remarquer plusieurs fois, sont d'autant plus prononcés que les dépôts sont plus éloignés de la région prise pour terme de comparaison, et que les représentants de la série générale sont eux-mêmes plus réduits. Dans ce cas, le géologue se laisse guider plutôt par l'ensemble des formes organiques et la présence de certains types très persistants, que par le nombre des espèces réellement identiques, et qui est toujours très restreint, lorsque l'on considère, par exemple, les extrémités opposées d'un continent, et cela absolument comme il en est aujourd'hui lorsque nous comparons les faunes de deux rivages opposés de l'Océan.

Flore. La flore de la période jurassique ne nous a pas été moins utile que sa faune, malgré le petit nombre relatif des végétaux connus jusqu'à présent. Ils ont été quelquefois nos seuls guides pour rattacher à cette formation d'immenses dépôts, presque dépourvus de débris organiques animaux, surtout marins. Ainsi, ce sont les plantes fossiles de l'Inde centrale et de la Virginie, comparées avec celles observées dans l'Europe occidentale, sur lesquelles repose particulièrement le rapprochement que nous avons indiqué ; et, si quelques présomptions relatives à certains dépôts de l'Australie venaient à se confirmer, ce serait encore sur la connaissance des végétaux que le synchronisme aurait d'abord été fondé.

Mais, d'après l'opinion des paléophytologistes les plus compétents, la flore jurassique offre quelques caractères généraux qui ne sont pas exclusivement propres à l'ensemble de couches que nous considérons. Commençant à se manifester dès la fin de la période

du trias ou des marnes irisées, ils se seraient continués un peu au delà dans le groupe wealdien. Nous avons vu signaler en effet à la base du lias de certaines parties du bassin du Danube un mélange d'espèces propres à ce groupe avec d'autres qui vivaient déjà lors du dépôt des marnes irisées sous-jacentes. La flore aurait alors des limites un peu plus étendues dans le temps que la faune. Mais, remarquons-le bien, cette extension n'a rien d'anormal ; elle ne change en rien les résultats principaux déduits de l'étude de la série animale ; c'est une preuve de plus de la continuité ou de la liaison des êtres entre les époques successives au lieu de ces hiatus qu'on croyait autrefois les séparer et qui n'existent que lorsque la série est plus ou moins incomplète. Cette analogie des plantes d'alors sur les points les plus éloignés des continents est presque comparable à celle que présente la flore carbonifère, et elle est encore une éclatante confirmation de la réalité des principes de la géologie moderne.

Résultats normaux.

Si en effet, du point où nous sommes placés, nous redescendons dans l'incalculable série des âges de la terre jusqu'à ce que nous atteignions les premières manifestations de la vie, ou si de ce même point nous remontons au contraire jusqu'à l'existence de l'homme, partout où la série sera complète nous trouverons le témoignage le plus irrécusable de l'harmonie qui a présidé à l'apparition et à la succession des êtres organisés, comme de la généralité et de la continuité des phénomènes biologiques. Les hiatus ou les lacunes sont plus souvent dans nos connaissances que dans la nature.

Devant ce résultat immense quant à l'espace, mais bien plus immense encore quand on le considère par rapport au temps, s'effacent et disparaissent les exceptions encore mal comprises ou mal interprétées qu'on oppose parfois à cette marche régulière du développement de l'organisme qui semble s'avancer toujours, d'un pas égal et ferme, vers ce terme final dont l'appréciation est au delà de toute faculté humaine.

Nous avons jusqu'ici envisagé les dépôts jurassiques dans leur état le plus normal, dans les pays de plaines et de plateaux où les couches sont encore ou à très peu près dans leur position première, ou bien dans les chaînes simples comme la Côte-d'Or et le Jura, ou encore dans des chaînes mixtes comme les Vosges, la Forêt-Noire, etc. Malgré les dislocations que les couches ont éprouvées dans ces montagnes, elles ont conservé leur position relative ; elles ont seulement changé de niveau ; elles ont été soulevées, arquées, infléchies ou inclinées en

divers sens, mais elles n'ont point perdu leurs caractères originaires; elles n'ont éprouvé aucun métamorphisme, aucune altération notable dans leur dureté, leurs couleurs, leur texture, leur composition, etc.; leurs fossiles n'ont point disparu non plus; enfin ces roches sont en tout comparables à celles des pays de plaine et de plateaux; leur étude n'offre aucune difficulté particulière et leur synchronisme s'établit avec non moins de facilité. Ces conditions étaient indispensables pour donner quelque valeur aux déductions théoriques précédentes, parce que seules elles nous permettent d'observer les phénomènes, sinon tels qu'ils se sont produits, du moins avec des modifications peu profondes, celles que le temps seul a pu occasionner sur ces roches et les débris organiques qu'elles renferment.

Régions méditerranéennes et chaînes complexes.

Maintenant nous jetterons un coup d'œil sur la région secondaire méditerranéenne et sur les surfaces qu'occupent les chaînes de montagnes complexes, telles que les Carpathes, les Alpes, les Apennins et les Pyrénées qui, ayant éprouvé, depuis la formation des dépôts qui nous occupent, et à plusieurs reprises, des mouvements et des dislocations très énergiques sur une grande échelle, présentent par cela seul des difficultés particulières aux recherches du géologue.

Si sur le pourtour du plateau central de la France les dépôts jurassiques se sont formés dans des conditions à peu près semblables à celles du nord, et s'ils offrent encore des caractères et une disposition comparables à beaucoup d'égards, au delà des Pyrénées, dans la péninsule Ibérique, et en ne considérant que les parties soumises à des dislocations ou à des soulèvements simples, nous remarquons déjà des roches de nature moins variée. Les représentants du premier et du troisième groupe sont limités à un petit nombre de localités, tandis que le second, particulièrement l'étage d'Oxford, prend une extension considérable. Le lias s'étend encore davantage, mais paraissant réduit à ses deux premiers étages dont les fossiles ne sont pas nettement séparés; ils sont réunis et mélangés comme sur le versant nord des Pyrénées. Avec ces caractères de la série jurassique qui dénotent dans la Péninsule des conditions physiques assez différentes de celles du nord, on est frappé de n'y pas rencontrer de modifications plus sensibles dans les faunes des principaux horizons, du petit nombre relatif d'espèces qu'on y a trouvé jusqu'à présent, et surtout de l'absence de ces nombreuses ostracées si constantes à certains niveaux déterminés, depuis le centre de l'Allemagne jusque dans l'ouest de l'Angleterre.

Lorsque l'on compare les couches d'une formation comprise dans une chaîne de montagnes complexes avec celles qui doivent leur correspondre en dehors de cette région accidentée et qui constituent alors des plateaux et des collines simples, régulières, horizontales, non modifiées, telles par exemple que les couches jurassiques des Alpes de l'Autriche, de la Bavière et du Tyrol, comparées avec celles de l'Albe de la Souabe (chapitre V et VI), celles des Carpathes avec celles des plaines de la Pologne (chapitre IX et X), celles du Caucase et de la Crimée avec celles des plaines de la Russie (chapitre XI), on reconnaît que quelque large que soit la part faite aux phénomènes dynamiques qui ont accidenté les premières, qu'elle qu'ait été l'influence des actions physiques et chimiques auxquelles elles ont pu être soumises, les différences qu'elles offrent aujourd'hui avec les secondes sont si profondes, qu'il faut souvent, pour s'en rendre compte, avoir recours à des phénomènes d'un autre ordre ou d'un autre temps. Or, nous avons pensé qu'il serait possible de trouver la cause des différences que n'expliquent pas suffisamment les actions que nous venons d'indiquer, en supposant qu'elles ne sont pas dues exclusivement, comme on l'a cru jusqu'à présent, à des effets *postérieurs* à la formation des dépôts, mais en grande partie à des *circonstances particulières contemporaines* de ces mêmes dépôts, et limitées dans le même espace que les phénomènes qui, plus tard, ont occasionné les bouleversements et les diverses modifications de tout le système à la fois.

Nous avions déjà bien entrevu pour les roches crétacées et tertiaires inférieures, comparées dans les mêmes positions respectives, des différences analogues à celles que nous venons de signaler, mais avant de formuler notre pensée, nous avons voulu attendre qu'elle fût appuyée par l'examen des roches jurassiques qui, pénétrant jusqu'au centre des grandes chaînes, devaient, si nos prévisions étaient justes, offrir des différences plus prononcées encore. On ne peut point invoquer ici la distance comme nous le disions tout-à-l'heure, pour des dépôts éloignés de plusieurs centaines de lieues. Les dépôts jurassiques des versants nord et ouest des Alpes, par exemple, sont très rapprochés de ceux du Jura proprement dit et de l'Albe de la Franconie ; ils en diffèrent cependant beaucoup plus que ceux des bords opposés du bassin gallo-britannien.

A partir de la rive droite du Rhin, avons-nous dit (p. 404), et jusqu'aux environs de Vienne, caractères pétrographiques, stratification, divisions locales, faunes, tout devient sans comparaison dé-

taillée possible avec le type de la formation dans le Jura comme avec l'Albe du Wurtemberg. Toutes les coupes N., S., que l'on peut faire dans cette région, même à de petites distances, ne sont pas comparables entre elles. Toujours il manque sur un point quelque terme de la série qui se trouve sur un autre. Cette irrégularité et le manque de persistance des étages quelquefois bien caractérisés, l'apparition brusque d'autres qui le sont moins, le développement extrême dans une localité d'un ensemble de couches qu'on a peine à retrouver à quelques lieues de là, tous ces dépôts discontinus certainement dès l'origine, dans le sens horizontal, puis découpés plus tard verticalement par d'immenses brisures, des failles et des plissements, sont les causes multiples qui jettent à chaque pas le découragement dans l'esprit de l'observateur.

Or, ce polymorphisme des roches jurassiques du versant nord des Alpes, nous le retrouvons dans toutes les chaînes de montagnes complexes, ou qui doivent leur relief à la répétition des phénomènes de brisement et de soulèvement dans l'espace qu'elles occupent. Le versant occidental et le versant méridional de la même chaîne, les Apennins, les petites chaînes secondaires de la Toscane, comme les Carpathes au nord, nous ont offert des effets analogues, c'est-à-dire le manque de continuité des dépôts à un moment donné, et dans leur faune, certains mélanges d'espèces de divers niveaux qui dénotent l'instabilité des circonstances extérieures sous l'empire desquelles ils se sont formés. Ces irrégularités peuvent être attribuées à des changements fréquents dans le niveau des eaux ou du sol sous-marin, à l'apparition également plus fréquente de roches ignées ou cristallines, à des modifications correspondantes dans la direction des courants, à la forme des côtes, etc., qui en auront occasionné dans les faunes et auront empêché les animaux marins d'y tracer, par leur station, ces horizons paléontologiques si persistants et si bien marqués ailleurs sur de vastes étendues. Tout nous porte à penser en outre que ces oscillations répétées du sol immergé se sont généralement produites dans des directions plus ou moins parallèles et constantes.

Si maintenant on compare ces dépôts secondaires des Alpes avec ceux de la rive opposée du Danube, dans le duché de Bade, le Wurtemberg et la Bavière septentrionale, on ne pourra qu'être frappé des différences de conditions dans lesquelles ont dû se trouver les sédiments jurassiques au nord et au sud de l'axe actuel de la vallée du Danube. D'un côté, une régularité presque compa-

rable à celle du Jura indique que le calme a dû présider à la sédimentation, ou n'a été que momentanément troublé par de faibles oscillations analogues à celles que nous avons constatées dans la région de la Côte-d'Or, du bassin de la Seine, etc., tandis que de l'autre, depuis les environs de Vienne jusque dans le Dauphiné, des mouvements fréquents et plus énergiques ont, dans le même temps, occasionné ces irrégularités qu'on a quelquefois invoquées bien à tort contre les principes déduits des études stratigraphiques et paléontologiques comparées.

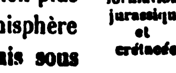
Ainsi, à côté et indépendamment des preuves de soulèvements paroxismatiques qui ont été si parfaitement étudiées et coordonnées par M. Élie de Beaumont, nous sommes porté à admettre aussi dans les chaînes complexes, des effets que révèle l'examen comparatif détaillé des dépôts, et qui se sont produits pendant leur formation. Les espaces occupés par ces chaînes auraient été pour ainsi dire de tous temps le siége particulier d'actions perturbatrices, comme le sont encore, mais à un degré infiniment moindre, les régions volcaniques de l'époque actuelle ; des points sans doute de moindre résistance de l'écorce terrestre, destinés en quelque sorte, dès les premiers âges du globe, à devenir dans les derniers les parties les plus accidentées de son relief.

La grande épaisseur relative que présentent souvent les dépôts dans ces espaces serait encore favorable à cette hypothèse comme leur irrégularité même, cette épaisseur des sédiments détritiques n'étant pas nécessairement fonction du temps, mais une conséquence des changements de toutes sortes éprouvés par les roches préexistantes, des influences variées auxquelles elles auront été soumises et qui auront concouru à leur destruction plus rapide que dans les mers ouvertes, ou sur les côtes tranquilles où ces causes perturbatrices incessantes n'existaient pas.

Moins qu'aucune autre, la formation jurassique, prise dans son ensemble, ne peut donc être considérée comme une unité simple, ou partout divisible en un même nombre de fractions d'égale valeur. Elle constitue au contraire, suivant les pays, des unités de valeurs très différentes lorsqu'on les compare, et divisibles en fractions inégales aussi et non toujours correspondantes.

Parallèle des formations jurassique et crétacée.

Enfin, comparée à la formation crétacée qui lui a succédé dans l'ordre des temps, elle a laissé des traces de son existence bien plus loin dans les régions arctiques, et peut-être aussi, dans l'hémisphère Sud, s'est-elle étendue jusqu'au continent Australien. Mais sous



tous les autres rapports la formation crétacée a plus d'importance à la surface des terres émergées; sa répartition est plus égale, son épaisseur et ses autres caractères plus constants et plus comparables à de très grandes distances, d'une extrémité de l'Europe à l'autre par exemple, ou des deux côtés de l'Atlantique, comme dans tout le continent américain. Sa faune n'est pas moins variée, et même elle possède seule une famille entière de mollusques qui la caractérise partout, les rudistes, tandis que la faune jurassique, malgré sa richesse dans l'Europe occidentale et centrale, ne renferme pas un genre un peu important qui lui soit exclusivement propre. Si la flore crétacée proprement dite est distincte de la flore jurassique, d'un autre côté, les deux formations sont liées par les Bélemnites, genre qui commence à se montrer avec la première et disparaît avec la seconde.

TABLE DES MATIÈRES.

FORMATION JURASSIQUE.

(SECONDE PARTIE.)

CHAPITRE I.

FORMATION JURASSIQUE DE LA SUISSE ET DE LA SAVOIE.

P. 1.

CHAPITRE II.

FORMATION JURASSIQUE DE LA PÉNINSULE IBÉRIQUE.

P. 159.

CHAPITRE III.

FORMATION JURASSIQUE DU VERSANT MÉRIDIONAL DES ALPES.

P. 209.

CHAPITRE IV.

FORMATION JURASSIQUE DE L'ITALIE CENTRALE ET MÉRIDIONALE.

P. 291.

CHAPITRE V.

FORMATION JURASSIQUE DU VERSANT NORD DES ALPES.

P. 338.

CHAPITRE VI.

FORMATION JURASSIQUE DE LA SOUABE ET DE LA FRANCONIE.

P. 407.

CHAPITRE VII.

FORMATION JURASSIQUE DES CÔTES DE LA BALTIQUE.

P. 485.

CHAPITRE VIII.

FORMATION JURASSIQUE DU NORD-OUEST DE L'ALLEMAGNE.

P. 493.

CHAPITRE IX.

FORMATION JURASSIQUE DE LA RÉGION DES CARPATHES.

P. 533.

CHAPITRE X.

FORMATION JURASSIQUE DE LA POLOGNE.

P. 547.

CHAPITRE XI.

FORMATION JURASSIQUE DE LA RUSSIE.

P. 559.

CHAPITRE XII.

FORMATION JURASSIQUE DE L'ASIE.

P. 601.

CHAPITRE XIII.

FORMATION JURASSIQUE DE L'AFRIQUE.

P. 657.

CHAPITRE XIV.

FORMATION JURASSIQUE DE L'AMÉRIQUE.

P. 667.

APPENDICE,

P. 685.

RÉSUMÉ
ET
OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

P. 695.

FIN DU TOME SEPTIÈME.



